

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 08791

(54) Moteur à combustion interne à 2-temps et procédé d'allumage-combustion applicable audit moteur.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 02 B 29/00, 75/02.

(22) Date de dépôt..... 19 mai 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : JP, 23 octobre 1981, n° 170475/81 et 27 février 1982, n° 031488/82.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 17 du 29-4-1983.

(71) Déposant : NIPPON CLEAN ENGINE RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. — JP.

(72) Invention de : Sigeru Onishi, Souk Hong Jo, Pan Do Jo et Satoshi Kato.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Marc-Roger Hirsch, conseil en brevets,
34, rue de Bassano, 75008 Paris.

**MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A 2-TEMPS
ET PROCEDE D'ALLUMAGE-COMBUSTION APPLICABLE AUDIT MOTEUR.**

La présente invention concerne un moteur à combustion interne à 2-temps du type à injection de carburant, ainsi qu'un procédé d'allumage-combustion applicable à ce type de moteur.

Comme cela est bien connu des spécialistes en la matière, un moteur à 2-temps du type à allumage par étincelles, dans lequel du carburant est injecté dans le cylindre du moteur, présente un avantage consistant en ce que la quantité de carburant s'écoulant dans le conduit d'échappement peut être considérablement réduite, ce qui permet d'obtenir comme résultat un bon rendement thermique et de bonnes conditions en ce qui concerne les émissions de substances nocives dans les gaz d'échappement lorsque le moteur fonctionne sous une charge moyenne ou forte. Cependant, lorsqu'on fait fonctionner un moteur à 2-temps de ce type sous une charge légère, il est difficile de maintenir une combustion stable. En conséquence, dans un moteur à 2-temps classique, pour obtenir une combustion stable lorsque le moteur fonctionne sous une forte charge, on alimente le moteur avec un mélange air-carburant riche, ou bien on retarde fortement le début de la combustion en agissant sur le point d'allumage. Il en résulte que, dans un moteur à 2-temps classique, en dépit de l'injection de carburant dans le cylindre du moteur, on rencontre des inconvénients du fait que, lorsque le moteur fonctionne sous une charge légère, le rendement thermique est réduit et, en outre, la quantité de substances nocives, telles que l'oxyde de carbone et les hydrocarbures, dans les gaz d'échappement, est augmentée.

L'invention a pour but de fournir un procédé d'allumage-combustion et un moteur à 2-temps qui permettent d'augmenter considérablement le rendement thermique et de réduire la quantité de substances nocives dans les gaz d'échappement, par comparaison à un moteur à 2-temps de type connu, lorsque le moteur fonctionne sous une faible charge.

Conformément à la présente invention, il est prévu un procédé d'allumage-combustion pour moteur à combustion interne comprenant une chambre de combustion, un injecteur de carburant disposé dans la chambre de combustion, un orifice d'admission d'air pour introduire de l'air frais dans la chambre de combustion et un orifice de sortie de gaz d'échappement pour décharger des gaz d'échappement de la chambre de combustion, ledit procédé consistant à :
5 décharger les gaz d'échappement de la chambre de combustion par l'intermédiaire dudit orifice de sortie, tout en retenant une grande quantité de gaz résiduel, contenant des composants imbrûlés, des composants incomplètement
10 brûlés et de l'oxygène, dans la chambre de combustion; alimenter uniformément la chambre de combustion avec de l'air frais provenant dudit orifice d'admission d'air tout en supprimant les perturbations du gaz résiduel pour la poursuite de la réaction d'oxydation des composants imbrûlés et des composants incomplètement brûlés; injecter du carburant dans la chambre
15 de combustion à partir de l'injecteur de carburant pour former un mélange combustible se composant de carburant et d'air frais; et comprimer le gaz résiduel et ledit mélange combustible dans la chambre de combustion afin d'accélérer la réaction d'oxydation et de produire une auto-inflammation du gaz résiduel, ce gaz résiduel auto-enflammé produisant à son tour une
20 inflammation dudit mélange combustible.

En outre, conformément à la présente invention, il est prévu un procédé d'allumage-combustion pour moteur à 2-temps comprenant une chambre de combustion, un injecteur de carburant placé dans cette chambre de combustion, un orifice de balayage débouchant dans la chambre de combustion, un orifice
25 d'échappement débouchant dans la chambre de combustion, un carter de vilebrequin contenant une chambre intérieure et un passage de transfert assurant la liaison de l'orifice de balayage avec la chambre intérieure du carter de vilebrequin, ledit procédé consistant à : alimenter en air frais la chambre intérieure du carter de vilebrequin; comprimer l'air frais se
30 trouvant dans ladite chambre du carter de vilebrequin et décharger les gaz d'échappement de la chambre de combustion par l'intermédiaire de l'orifice d'échappement tout en retenant une grande quantité de gaz résiduel contenant des composants imbrûlés, des composants incomplètement brûlés et de l'oxygène, dans la chambre de combustion; canaliser l'air frais se trouvant
35 dans la chambre du carter de vilebrequin dans le passage de transfert; limiter la vitesse de l'air frais s'écoulant dans le passage de transfert quand le moteur fonctionne sous charge partielle; alimenter uniformément la chambre de combustion avec de l'air frais provenant de

l'orifice de balayage tout en supprimant les perturbations du gaz résiduel pour la poursuite de la réaction d'oxydation des composants imbrûlés et des composants incomplètement brûlés; injecter du carburant dans la chambre de combustion à partir de l'injecteur de carburant pour former un mélange
5 combustible se composant de carburant et d'air frais; comprimer le gaz résiduel et le mélange combustible dans la chambre de combustion pour accélérer la réaction d'oxydation et pour produire une auto-inflammation du gaz résiduel, ce gaz résiduel auto-enflammé assurant à son tour l'inflammation dudit mélange combustible.

10 En outre, conformément à la présente invention, il est prévu un moteur à combustion interne à 2-temps, comprenant: un carter de vilebrequin contenant une chambre intérieure; un bloc-cylindre monté sur le carter de vilebrequin et pourvu d'un alésage cylindrique; un piston mobile alternativement dans ledit alésage de cylindre, ledit piston et ledit alésage de cylindre
15 définissant une chambre de combustion; un injecteur de carburant disposé dans la chambre de combustion pour injecter du carburant dans cette chambre; un passage de transfert comportant un orifice de balayage à une extrémité et un orifice d'admission d'air à l'autre extrémité, ledit orifice de balayage et ledit orifice d'admission d'air débouchant respectivement dans
20 ladite chambre de combustion et dans la chambre intérieure du carter de vilebrequin de façon à transférer l'air frais se trouvant dans ladite chambre intérieure vers ladite chambre de combustion; un passage d'échappement comportant un orifice d'échappement qui débouche dans la chambre de combustion pour décharger les gaz d'échappement de ladite chambre de combustion; et un moyen
25 d'étranglement disposé dans ledit passage de transfert pour limiter la vitesse de l'air frais s'écoulant dans ledit passage de transfert quand le moteur fonctionne sous charge partielle.

Conformément à la présente invention, pour améliorer la combustion lorsque le moteur fonctionne sous une charge légère, par retenue d'une
30 grande quantité de composants imbrûlés, de composants incomplètement brûlés et d'oxygène dans le gaz résiduel produit dans la chambre de combustion dans le cycle précédent, et en maintenant le gaz résiduel à une température élevée tout en supprimant les perturbations du gaz résiduel et en assurant son refroidissement, ces perturbations étant provoquées par une entrée
35 brutale de la charge d'air frais, la production d'un fort écoulement d'injection et le jet puissant s'écoulant entre la chambre principale de combustion et la chambre de précombustion, on fait en sorte que la réaction d'oxydation se déroule de façon continue dans le gaz résiduel pendant la

période comprise entre le début du temps de détente et la fin du temps de compression, même après terminaison de la combustion dans le cycle précédent. La réaction continue d'oxydation provoque alors une auto-inflammation du gaz se trouvant dans la chambre de combustion et ensuite l'auto-inflammation de ce gaz se trouvant dans la chambre de combustion provoque une inflammation du mélange de carburant et d'air frais se trouvant dans la chambre de combustion.

Dans le procédé de combustion conforme à l'invention qui a été décrit ci-dessus, même après la terminaison de la combustion principale produisant une grande quantité de chaleur, une réaction d'oxydation uniforme est produite, à la place d'une combustion rapide, de façon continue dans le gaz résiduel pendant le temps de détente, le temps d'échappement-balayage des gaz d'échappement, et la partie initiale du temps de compression. La réaction d'oxydation uniforme, se produisant dans le gaz résiduel, est rapidement accélérée en relation avec une augmentation de la densité et de la température du gaz résiduel pendant le temps de compression et elle provoque une auto-inflammation du gaz résiduel, qui produit à son tour une inflammation du mélange de carburant et d'air frais. Dans un tel processus de combustion, puisqu'une grande quantité de gaz résiduel inerte est présente dans la chambre de combustion, une combustion uniforme et stable est produite dans chaque cycle, mais il ne se produit pas une combustion extraordinaire, provoquant une augmentation brusque de pression et engendrée par une inflammation superficielle, une pré-inflammation, une auto-inflammation dans un moteur diesel et une auto-inflammation provoquant un cognement dans un moteur à essence. En outre, le mélange de carburant et d'air frais qui diffuse dans une grande quantité de gaz résiduel et qui se mélange avec celui-ci, n'est pas complètement brûlé dans le gaz résiduel et il reste sous la forme de composants imbrûlés et de composants incomplètement brûlés. Ces composants imbrûlés et ces composants incomplètement brûlés provoquent de façon continue une réaction d'oxydation avec l'oxygène se trouvant dans le gaz résiduel pendant le temps d'échappement-balayage et pendant le temps de compression du cycle suivant et ils provoquent ainsi une auto-inflammation dans le cycle suivant.

Comme mentionné ci-dessus, dans la présente invention, bien que du carburant soit injecté dans le cylindre du moteur et qu'il se produise alors une auto-inflammation, l'auto-inflammation se produisant conformément à la présente invention est nettement différente de celle se produisant dans un moteur diesel classique en ce qui concerne les points suivants.

Ainsi, dans un moteur diesel, du carburant est injecté pour un angle de vilebrequin proche de la position de point mort haut à l'extrémité des temps de compression. Au contraire, conformément à la présente invention, l'injection du carburant est amorcée entre un angle de vilebrequin (60 à 70° avant la position de point mort bas) pour lequel l'opération d'échappement et de balayage est commencée et un angle de vilebrequin précédant de 50° le point mort haut, et l'injection du carburant est principalement effectuée pendant la phase initiale et la phase intermédiaire du temps de compression. En outre, conformément à la présente invention, le taux de compression du moteur est relativement bas et il a une valeur inférieure à 12:1.

Egalement, conformément à la présente invention, il est impossible de faire démarrer le moteur sans utiliser une bougie d'allumage ou une bougie de pré-chauffage, indépendamment de la température de l'air arrivant dans le cylindre du moteur.

Un autre moteur dans lequel il se produit une auto-inflammation est le moteur Lohman. Cependant, le taux de compression utilisé dans le moteur Lohman est assez différent de celui utilisé dans la présente invention et, en conséquence, l'auto-inflammation se produisant dans le moteur Lohman est tout à fait différente de celle se produisant conformément à la présente invention.

D'autre part, dans un moteur à 2-temps avec pré-mélange de charge (un moteur à carburateur), l'idée consistant à provoquer une auto-inflammation par utilisation d'un système de combustion thermoatmosphérique active dans lequel il est prévu un passage de transfert relativement long pour favoriser le brassage du mélange air-carburant, la vaporisation du mélange air-carburant et la production de radicaux est bien connue (brevet japonais n° 5638766 et demande de brevet japonais publiée n° 54-28916°.

Cependant, la caractéristique de la présente invention consiste dans le fait que du carburant est injecté dans le cylindre du moteur et qu'une combustion uniforme et stable est effectuée dans chaque cycle de telle sorte que du carburant atomisé, de l'air frais pénétrant dans le cylindre en provenance de l'orifice de balayage et du gaz résiduel à haute température, qui a été produit dans le cycle précédent et qui reste dans le cylindre, soient contrôlés de façon à ce qu'ils soient stratifiés et convenablement mélangés entre eux par diffusion de carburant atomisé. En conséquence, l'auto-inflammation se produisant conformément à la présente invention est nettement différente de l'auto-inflammation causée par un mélange de la charge pré-mélangée avec le gaz résiduel, comme dans le système à combustion thermoatmosphérique active.

En outre, dans le moteur à 2-temps et à pré-mélange de charge mentionné ci-dessus, le balayage des gaz brûlés est effectué par le mélange de carburant et d'air. Au contraire, conformément à la présente invention, le balayage des gaz brûlés est effectué uniquement par l'air, principalement

5 immédiatement après l'ouverture de balayage, et du carburant est injecté dans le cylindre à un instant désiré, indépendamment de l'opération de balayage. En conséquence, il est possible d'empêcher le carburant atomisé se trouvant dans le cylindre de fuir dans l'orifice d'échappement. En outre, puisqu'une diffusion du carburant atomisé dans l'air frais et dans le gaz résiduel à

10 haute température est aisément contrôlée et que, simultanément, un mélange du carburant atomisé avec l'air frais et le gaz résiduel est également aisément contrôlé, il est possible de provoquer une combustion contrôlée par stratification du carburant atomisé, de l'air frais et du gaz résiduel. En ce qui concerne un des effets obtenus en provoquant ladite combustion

15 contrôlée, par exemple en commençant l'injection du carburant dans le cylindre pendant que l'angle de vilebrequin est compris entre 90° avant la position de point mort haut et 50° avant la position de point mort haut dans un système d'allumage-combustion conforme à la présente invention, il est possible de réduire considérablement la limite inférieure du domaine

20 des charges légères dans lequel une auto-inflammation stable peut être effectuée, par comparaison au moteur à 2-temps et à pré-mélange de charge mentionné ci-dessus. Ainsi, dans le cas où du carburant est injecté dans le cylindre pour un angle de vilebrequin proche de la position de point mort haut, ou bien lorsqu'un balayage est effectué par la charge pré-mélangée

25 quand le moteur fonctionne sous une charge légère, lorsque le taux de décharge est extrêmement faible, puisqu'un mélange combustible diffuse excessivement dans une grande quantité de gaz résiduel pendant le temps de compression, la densité du mélange combustible devient petite et il en résulte qu'une auto-inflammation est moins aisément produite pour un angle

30 de vilebrequin proche du point mort haut à la fin du temps de compression. Au contraire, conformément à la présente invention, en commençant l'injection du carburant dans le cylindre pendant que l'angle de vilebrequin est compris entre 90° avant la position de point mort haut et 50° avant la position de point mort haut, lorsque le moteur atteint la fin du temps de

35 compression, le mélange combustible est maintenu dans un état de diffusion et de mélange qui est optimal pour produire une auto-inflammation et, simultanément, le mélange combustible est maintenu à une température qui est optimale pour produire une auto-inflammation. Il en résulte une auto-inflammation stable.

D'autres buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante et des figures jointes, données à titre illustratif mais non limitatif.

La Figure 1 est une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un
5 moteur à 2-temps conforme à la présente invention et dont une partie est indiquée en vue arrachée.

La Figure 2 est une vue en coupe latérale du moteur de la Figure 1.

La Figure 3 est une vue en coupe faite sur la ligne III-III de la
Figure 2.

10 La Figure 4 est une vue en plan de la soupape de commande de balayage.

La Figure 5 est une vue en perspective d'un autre mode de réalisation d'un moteur à 2-temps conforme à la présente invention, dont une partie est indiquée en vue arrachée.

La Figure 6 est une vue en coupe du moteur représenté sur la Figure 5.

15 La Figure 7 est une vue en coupe faite sur la ligne VII-VII de la Figure 6.

La Figure 8 est un diagramme mettant en évidence l'instant de début d'injection en fonction de la charge.

La Figure 9 est un diagramme indicateur de pression du moteur conforme
20 à la présente invention. (Un tel diagramme est appelé diagramme-indicateur).

La Figure 10 est un diagramme-indicateur d'un moteur à 2-temps classique.

La Figure 11 est un diagramme donnant la consommation spécifique de carburant.

La Figure 12 est un diagramme donnant la concentration en oxyde de
25 carbone.

La Figure 13 est un diagramme donnant la concentration d'hydrocarbures.

La Figure 14 est un diagramme donnant la consommation spécifique de carburant.

La Figure 15 est un diagramme donnant la concentration en oxyde de
30 carbone et

La Figure 16 est un diagramme donnant la concentration d'hydrocarbures.

Les Figures 1 à 3 représentent un premier mode de réalisation montrant le cas où la présente invention est appliquée à un moteur à 2-temps du type Schnürle. Sur les Figures 1 à 3, on a désigné par 1 un carter de vilebrequin, par 2 un bloc-cylindre monté sur le carter de vilebrequin 1, par 3 une culasse fixée sur le bloc-cylindre, et par 4 un piston comportant une face supérieure approximativement plane et déplaçable alternativement dans un alésage
35 ménagé dans le bloc-cylindre 2; on a désigné par 6 une chambre de combustion formée entre la culasse 3 et le piston 4, par 7 un vilebrequin, par 8 un

contrepoids d'équilibrage fixé sur le vilebrequin 7, et par 9 une bielle reliant le piston 4 au contrepoids d'équilibrage 8. La culasse 3 comporte une paroi intérieure concave 10 et une bougie d'allumage ou une bougie de préchauffage 11 est placée au centre de la paroi intérieure concave 10.

- 5 En outre, un injecteur de carburant 12 est monté sur la paroi intérieure concave 10 dans une position proche de la bougie d'allumage 11. Cet injecteur de carburant 12 est relié par l'intermédiaire d'un conduit 13 à une pompe d'injection de carburant 14 qui est entraînée par le vilebrequin 7 par l'intermédiaire d'une courroie 15, l'opération d'injection exécutée
- 10 par l'injecteur 12 étant commandée par la pompe 14, comme cela sera décrit dans la suite. Comme indiqué sur la Figure 2, un orifice d'admission 16, qui est alternativement fermé et ouvert par le piston 4, est ménagé dans la paroi intérieure de l'alésage de cylindre, et il est relié à un tuyau d'admission 17. Un papillon d'étranglement 18, supporté par un axe 19,
- 15 est monté dans le tuyau d'admission 17, et un bras 20, fixé sur l'axe 19 du papillon, est relié à un levier manuel (non représenté), tel qu'un accélérateur. Lorsque la soupape se déplace vers le haut et dégage l'orifice d'admission 16, de l'air ambiant est introduit à l'intérieur du carter de vilebrequin 1, d'une manière classique. Ensuite, quand le piston 4 descend
- 20 et ferme l'orifice d'admission 16, l'opération de compression de l'air introduit à l'intérieur du carter de vilebrequin 1, est amorcée.

- Comme le montrent les Figures 1 et 2, un orifice d'échappement 21, qui est alternativement ouvert et fermé par le piston 4, est ménagé dans la paroi intérieure de l'alésage de cylindre 5 et il est relié à un tuyau d'échappement 22. Une soupape de commande d'échappement 23, supportée par
- 25 une tige 24, est disposée dans le tuyau d'échappement 22 et un bras 25, fixé sur la tige de soupape 24, est relié au levier manuel précité de façon que le degré d'ouverture de la soupape de commande d'échappement 23 soit augmenté en correspondance à une augmentation du degré d'ouverture
- 30 du papillon d'étranglement 18.

- Comme le montre la Figure 3, deux orifices de balayage 26, qui sont alternativement ouverts et fermés par le piston 4, sont ménagés dans la paroi intérieure de l'alésage de cylindre 5 et ils sont reliés au volume intérieure du carter de vilebrequin 1 par l'intermédiaire de passages
- 35 de transfert 27 correspondants qui s'étendent au travers du bloc-cylindre 2 et du carter de vilebrequin 1. En outre, comme le montrent les Figures 1 à 3, une soupape de commande de balayage 28, formée par une plaque annulaire, est montée à rotation entre la face supérieure du carter de vilebrequin 1

et la face inférieure du bloc-cylindre 2. Comme indiqué sur la Figure 4, la soupape de commande de balayage 28 comporte deux orifices 29 qui peuvent être alignés avec les passages de transfert 27 correspondants. Quand la soupape de commande de balayage 28 se trouve dans la position indiquée sur la Figure 4 (a), chacun des orifices 29 est complètement aligné avec le passage de transfert 27 correspondant et, en conséquence, à ce moment, la section de passage des orifices 29 est maximale. Quand la soupape de commande de balayage 28 a été amenée par rotation dans la position indiquée sur la Figure 4 (b), chacun des orifices 29 est partiellement aligné avec le passage de transfert 27 correspondant et, en conséquence, la section de passage des orifices 29 est réduite. La soupape de balayage 28 comporte un bras 30, qui forme une seule et même pièce avec la soupape et qui est relié au levier manuel mentionné ci-dessus pour faire tourner la soupape de balayage 28 de telle sorte que la section de passage des orifices 29 soit augmentée en relation avec une augmentation du degré d'ouverture du papillon d'étranglement 18.

En fonctionnement, lorsque le piston 4 se déplace vers le bas et dégage l'orifice d'échappement 21, des gaz brûlés se trouvant dans la chambre de combustion 6 sont déchargés dans le tuyau d'échappement 22 par l'intermédiaire de l'orifice d'échappement 21. Ensuite, lorsque le piston 4 continue à descendre et dégage les orifices de balayage 26, l'air sous pression se trouvant à l'intérieur du carter de vilebrequin 1 est introduit dans la chambre de combustion 6, à partir des orifices de balayage 26 et par l'intermédiaire des passages de transfert 27, et il balaie les gaz brûlés se trouvant dans la chambre de combustion 6. Du carburant est ensuite injecté dans la chambre de combustion 6 par l'injecteur 12, d'une manière qui sera décrite en détail dans la suite.

Dans le moteur à 2-temps représenté sur la Figure 1, dans le cas où le moteur fonctionne sous une charge légère, une grande quantité des composants imbrûlés et des composants incomplètement brûlés est contenue dans les gaz brûlés se trouvant dans la chambre de combustion 6 pendant le temps de détente. Alors, même si l'orifice d'échappement 21 est ouvert et si ensuite les orifices de balayage 26 sont ouverts, un gaz résiduel ayant une haute température et contenant une grande quantité de composants imbrûlés et de composants incomplètement brûlés, reste dans la chambre de combustion 6 et, en conséquence, la réaction d'oxydation des composants imbrûlés et des composants incomplètement brûlés est effectuée de façon continue. Cependant, dans un moteur à 2-temps classique, lorsque l'orifice d'échappement 21 est ouvert, et lorsqu'ensuite les orifices de balayage 26

sont ouverts, puisqu'une forte perturbation et un écoulement violent du gaz résiduel se produisent dans la chambre de combustion 6, la réaction d'oxydation des composants imbrûlés et des composants incomplètement brûlés est interrompue. Néanmoins, conformément à la présente invention, la direction des orifices de balayage 26 est choisie de telle sorte que l'air provenant de ces orifices de balayage 26 perturbe aussi peu que possible le gaz résiduel se trouvant dans la chambre de combustion 6. En outre, puisque la section de passage des orifices 29 de la soupape de commande de balayage 28 est petite quand le moteur fonctionne sous une charge légère, de l'air s'écoulant dans les passages de transfert 27 est soumis à une perte de charge et, en conséquence, l'air pénètre dans la chambre de combustion 6 à basse vitesse de sorte qu'il perturbe aussi peu que possible le gaz résiduel se trouvant dans la chambre de combustion 6. En outre, puisque le degré d'ouverture de la soupape de commande d'échappement 23 est faible quand le moteur fonctionne sous une charge légère, des gaz brûlés déchargés dans le tuyau d'échappement 22 sont soumis à une perte de charge et, en conséquence, les gaz brûlés sont déchargés de la chambre de combustion 6 dans le tuyau d'échappement 22 à une faible vitesse, de sorte qu'ils perturbent aussi peu que possible le gaz résiduel se trouvant dans la chambre de combustion 6. En addition, dans le cas où le degré d'ouverture de la soupape de commande d'échappement 23 est faible, la pression de pulsation des gaz d'échappement est empêchée de perturber le gaz résiduel se trouvant dans la chambre de combustion 6. En conséquence, conformément à la présente invention, lorsque le moteur fonctionne sous une charge légère, puisque la perturbation et le violent écoulement du gaz résiduel se trouvant dans la chambre de combustion 6 sont supprimés, la réaction d'oxydation des composants imbrûlés et des composants incomplètement brûlés se poursuit sans interruption. La réaction d'oxydation est accélérée pendant le temps de compression et elle provoque une auto-inflammation à la fin du temps de compression. En conséquence, l'auto-inflammation provoque l'inflammation du carburant injecté par l'injecteur 12 pendant le temps de compression.

Les Figures 5 à 7 représentent un second mode de réalisation où des composants semblables à ceux des Figures 1 à 4 ont été désignés par les mêmes références numériques. Dans ce mode de réalisation, comme indiqué sur la Figure 6, l'intérieur du carter de vilebrequin 1 est relié au tuyau d'admission 17 par l'intermédiaire d'un clapet 40 et, lorsque le piston 4 se déplace vers le haut, de l'air ambiant est introduit

à l'intérieur du carter de vilebrequin 1 par l'intermédiaire du tuyau d'admission 17 et du clapet 40. En outre, dans ce mode de réalisation, un autre orifice de balayage 41, qui est alternativement fermé et ouvert par le piston 4, est ménagé dans la paroi intérieure de l'alésage de cylindre 5 en addition à une paire d'orifices de balayage 26. L'orifice de balayage 41 est relié, par l'intermédiaire d'un passage de transfert 42, formé dans le bloc-cylindre 2, à un évidement 43 ménagé dans le carter de vilebrequin 1 dans une position placée autour de la partie en forme de jupe 2a du bloc-cylindre 2. Comme le montrent les Figures 5 à 7, il est prévu dans le carter de vilebrequin 1, en addition à l'évidement 43, trois évidements 44, 45, 46 qui sont placés dans des positions situées autour de la partie en forme de jupe 2a. Les orifices de balayage 26 sont reliés aux évidements 44 et 45 par l'intermédiaire de passages de transfert 47 correspondants ménagés respectivement dans le bloc-cylindre 2, et chacun des évidements 44 et 45 est toujours relié à l'évidement 46 par l'intermédiaire de rainures correspondantes 48 et 49 formées dans le carter de vilebrequin 1. En outre, l'évidement 46 est relié à un orifice d'admission d'air 50, formé dans la paroi de fond prévue à l'intérieur du carter de vilebrequin 1, par l'intermédiaire d'un passage de transfert 51 ayant une longueur relativement grande et une section droite relativement petite. Dans ce mode de réalisation, une soupape d'arrêt, permettant un écoulement d'air de l'orifice d'admission 50 vers la partie évidée 46, peut être disposée dans le passage de transfert 51.

Comme le montrent les Figures 5 à 7, trois orifices d'admission d'air 52, 53 et 54, qui sont associés respectivement aux parties évidées 43, 44 et 45, sont ménagés dans la partie en forme de jupe 2a, et une soupape de commande de balayage 55 de forme annulaire est montée à rotation dans la partie en forme de jupe 2a. Cette soupape de balayage 55 comporte trois orifices 56, 57 et 58 qui peuvent être alignés respectivement avec les orifices d'admission d'air 52, 53 et 54. En outre, la soupape de commande de balayage 55 comporte une butée 59 formant une seule et même pièce avec elle et disposée dans la partie évidée 46. La soupape de commande de balayage 55 est reliée à un levier manuel par l'intermédiaire d'un câble 60.

Quand le moteur fonctionne sous une charge légère; tous les orifices 52, 53 et 54 sont fermés par la soupape de commande de balayage 55. En conséquence, lorsque le piston 4 dégage les orifices de balayage 26 et 41, de l'air sous pression se trouvant dans le carter de vilebrequin 1 est canalisé vers les parties évidées 44 et 45 par l'intermédiaire de l'orifice

d'admission d'air 50, du passage de transfert 51, de la partie évidée 46 et des rainures 48 et 49, puis il est introduit dans la chambre de combustion 6 à partir des orifices de balayage 26 et par l'intermédiaire des passages de transfert 47. En conséquence, à ce moment, de l'air pénètre

5 dans la chambre de combustion 6 seulement en provenance des orifices de balayage 26. Puisque le passage de transfert 51 a une longueur relativement grande et une section droite relativement petite, comme mentionné ci-dessus, l'air s'écoulant dans le passage de transfert 51 est soumis à une perte de charge et il en résulte que l'air pénètre dans la chambre

10 de combustion 6 en provenance des orifices de balayage 26 à une vitesse faible. Il en résulte que, puisqu'un violent écoulement et une perturbation du gaz résiduel sont supprimés, la réaction d'oxydation des composants imbrûlés et des composants incomplètement brûlés se poursuit sans interruption et provoque par conséquent une auto-inflammation à la fin du

15 temps de compression. D'autre part, quand le moteur fonctionne sous une forte charge, la soupape de commande de balayage 55 est amenée par rotation dans la position indiquée sur la Figure 7 (b) de sorte que les orifices 56, 57 et 58 de la soupape de commande de balayage 55 sont alignés avec les orifices d'admission d'air respectifs 52, 53 et 54. A ce moment, de

20 l'air sous pression se trouvant dans le carter de vilebrequin 1 est dirigé vers les parties évidées 43, 44 et 45 par l'intermédiaire des paires d'orifices alignés (52, 56), (53, 57) et (54, 58), et il pénètre dans la chambre de combustion 6 à partir de tous les orifices de balayage 26 et 41 par l'intermédiaire des passages de transfert 42, 47 correspondants. A ce moment, le carburant injecté par l'injecteur 12 est enflammé

25 par la bougie d'allumage 11.

La Figure 8 montre l'instant du début d'injection du carburant par l'injecteur 12 utilisé dans le premier et le second mode de réalisation.

Sur la Figure 8, on a porté en abscisses la charge du moteur (%), et en

30 ordonnées, l'angle de vilebrequin (degrés). Si l'injection du carburant est commencée dans la zone A mise en évidence sur la Figure 8, la quantité de carburant fuyant dans le tuyau d'échappement 22 est augmentée.

Ainsi, à ce moment, puisqu'une partie du carburant injecté par l'injecteur 11 s'échappe dans le tuyau d'échappement 22 en même temps que l'air de balayage

35 provenant des orifices de balayage 26 et 41, le fonctionnement du moteur est semblable à celui d'un moteur à 2-temps et à pré-mélange de charge classique dans lequel le carburant et l'air pré-mélangés sont introduits dans la chambre de combustion à partir des orifices de balayage.

Les zones B, C et D indiquées sur la Figure 8 peuvent par conséquent être utilisées dans le moteur conforme à la présente invention. Cependant, dans la zone B, le carburant injecté par l'injecteur 12 diffuse excessivement dans le gaz résiduel et est par conséquent mélangé excessivement à celui-ci alors que, dans la zone D, le carburant atomisé est excessivement stratifié lors de l'inflammation et de la combustion. Au contraire, dans la zone C, on obtient une diffusion et une stratification satisfaisantes du carburant atomisé et, par conséquent, l'instant de début d'injection, mis en évidence dans la zone C, est optimal. D'autre part, bien que le début d'injection mis en évidence dans la zone E sur la Figure 8 soit capable de produire une combustion, on n'obtient pas une diffusion et un mélange satisfaisants du carburant atomisé, et il se produit de la fumée. La Figure 8 met simplement en évidence une tendance générale en ce qui concerne le début d'injection et, par conséquent, les zones A, B, C, D et E sont modifiées en correspondance à des modifications des paramètres de conception et des paramètres d'entraînement du moteur, par exemple la direction des ouvertures des orifices de balayage 26, la puissance de l'écoulement d'injection et du mouvement tourbillonnaire, la force de pénétration du carburant injecté par l'injecteur 12, l'angle d'étalement du jet de carburant, les propriétés du carburant, etc.

La Figure 9 représente un diagramme-indicateur qui a été établi à l'aide d'un procédé d'allumage-combustion conforme à la présente invention. Sur la Figure 9, on a indiqué en (a) un diagramme-indicateur d'un seul cycle, et en (b) un diagramme-indicateur en forme de peigne pour cycles multiples. D'autre part, la Figure 10 représente un diagramme-indicateur obtenu en utilisant un moteur à 2-temps à allumage par étincelle et du type à injection de carburant classique, fonctionnant sous une charge faible. Sur la Figure 10, on a indiqué en (a) un diagramme-indicateur qui est tracé de telle sorte que les variations de pression de deux cycles soient superposées, tandis qu'on a indiqué en (b) un diagramme-indicateur de cycles multiples. En outre, sur les Figures 9 et 10, on a porté en ordonnées la pression P_{et} , en abscisses, l'angle de vilebrequin θ . On peut voir à partir des Figures 9 et 10, que la combustion conforme à la présente invention est assez différente de celle d'un moteur à 2-temps classique, en ce qui concerne le mode de dégagement de chaleur et la stabilité de combustion dans chaque cycle. Ainsi, le procédé d'allumage-combustion conforme à la présente invention présente des caractéristiques telles que le dégagement principal de chaleur se produit pour un angle

de vilebrequin proche de la position de point mort haut, que la variation de pression $dP/d\theta$ est petite, et que la pression maximale P_{max} dans chaque cycle est presque la même.

Les Figures 11 à 13 donnent les résultats d'expériences effectuées en utilisant le moteur de 370 cm³ représenté sur les Figures 1 à 4, tandis que les Figures 14 à 16 donnent les résultats d'expériences effectuées en utilisant le moteur de 370 cm³ représenté sur les Figures 5 à 7.

Sur les Figures 11 à 16, on a porté en ordonnées la pression efficace moyenne P_{me} (kg/cm²), tandis qu'on a porté en abscisses le nombre N de tours par minute du moteur. Sur les Figures 11 et 14, les lignes incurvées représentent la consommation spécifique de carburant (g/CH.h).

En outre, sur les Figures 11 et 14, la courbe WOT représente une courbe de pleine charge, qui montre qu'un couple élevé est obtenu dans une large gamme de nombres de tours par minute N du moteur. En outre, les Figures 11 et 14 montrent que, conformément à la présente invention, puisque du carburant est empêché de fuir dans le tuyau d'échappement 22 et puisqu'il est possible de faire brûler un mélange pauvre qui est contrôlé par stratification, on peut obtenir une bonne consommation spécifique de carburant dans toute la plage des conditions de marche du moteur par comparaison à un moteur classique ayant une taille qui est presque la même que celle du moteur utilisé dans les expériences précitées.

Sur les Fig. 12 et 15, les lignes incurvées indiquent la concentration (%) d'oxyde de carbone. Ces Figures 12 et 15 montrent que, conformément à la présente invention, puisqu'on fait brûler un mélange pauvre qui est contrôlé par stratification, la concentration d'oxyde de carbone est considérablement réduite.

Sur les Fig. 13 et 16, les lignes incurvées indiquent la concentration (ppm) d'hydrocarbures. Ces Figures 13 et 16 montrent que, conformément à la présente invention, puisqu'on empêche du carburant de fuir dans le tuyau d'échappement 22 et puisqu'on fait brûler un mélange pauvre qui est contrôlé par stratification, la concentration d'hydrocarbures est considérablement réduite.

Les Figures 11 à 16 donnent des résultats qui ont été obtenus avec des expériences effectuées avec injection de carburant dans la zone C de la Figure 8 et, en conséquence, il n'existe aucune possibilité que du carbone soit déchargé dans les gaz d'échappement. En outre, puisqu'une grande quantité de gaz résiduel reste dans la chambre de combustion 6, la concentration de NO_x est extrêmement faible du fait de la présence du gaz résiduel, qui remplit la même fonction que des gaz d'échappement recyclés.

Les résultats d'expériences mis en évidence sur les Figures 11 à 16 ont été obtenus en utilisant de l'essence. Cependant, on a confirmé que la consommation spécifique de carburant, la concentration de CO et la concentration de HC, qui sont semblables à celles indiquées sur les Figures 11 à 16, peuvent être obtenues en utilisant d'autres carburants, tels que du kérosène, de l'huile légère, du propane et de l'alcool. En outre, on a également confirmé qu'on pouvait obtenir une combustion stable et un fonctionnement uniforme du moteur indépendamment de l'indice d'octane et de l'indice de cétane. Il est inutile de préciser que la présente invention peut être appliquée à un moteur à quatre temps et à pistons rotatifs.

Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés; elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art, suivant les applications envisagées et sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention.

REVENDICATIONS

1.- Procédé d'allumage-combustion pour moteur à combustion interne comprenant une chambre de combustion, un injecteur de carburant disposé dans la chambre de combustion, un orifice d'admission d'air pour introduire
5 de l'air frais dans la chambre de combustion et un orifice de sortie de gaz d'échappement pour décharger des gaz d'échappement de la chambre de combustion, procédé caractérisé en ce qu'il consiste à:

— décharger les gaz d'échappement de la chambre de combustion par l'intermédiaire dudit orifice de sortie, tout en retenant une grande quan-
10 tité de gaz résiduel, contenant des composants imbrûlés, des composants incomplètement brûlés et de l'oxygène, dans la chambre de combustion;

— alimenter uniformément la chambre de combustion avec de l'air frais provenant dudit orifice d'admission d'air tout en supprimant les perturbations du gaz résiduel pour la poursuite de la réaction d'oxydation
15 des composants imbrûlés et des composants incomplètement brûlés;

— injecter du carburant dans la chambre de combustion à partir de l'injecteur de carburant pour former un mélange combustible se composant de carburant et d'air frais; et

— comprimer le gaz résiduel et ledit mélange combustible dans
20 la chambre de combustion afin d'accélérer la réaction d'oxydation et de produire une auto-inflammation du gaz résiduel, ce gaz résiduel auto-enflammé produisant à son tour une inflammation dudit mélange combustible.

2.- Procédé d'allumage-combustion selon la revendication 1, caractérisé en ce que les gaz d'échappement sont déchargés uniformément de la
25 chambre de combustion par l'intermédiaire de l'orifice de sortie de gaz d'échappement en vue de supprimer la perturbation du gaz résiduel dans la chambre de combustion.

3.- Procédé d'allumage-combustion selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit moteur a un taux effectif de compression qui est
30 inférieur à 12:1 et en ce que l'injecteur de carburant commence son opération d'injection avant un angle de vilebrequin d'environ 50° en amont du point mort haut.

4.- Procédé d'allumage-combustion pour moteur à 2-temps comprenant une chambre de combustion, un injecteur de carburant placé dans cette
35 chambre de combustion, un orifice de balayage débouchant dans la chambre de combustion, un orifice d'échappement débouchant dans la chambre de combustion, un carter de vilebrequin contenant une chambre intérieure et un passage de transfert assurant la liaison de l'orifice de balayage avec

la chambre intérieure du carter de vilebrequin, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à:

- alimenter en air frais la chambre intérieure du vilebrequin;
 - comprimer l'air frais se trouvant dans ladite chambre du carter de vilebrequin et décharger les gaz d'échappement de la chambre de combustion par l'intermédiaire de l'orifice d'échappement tout en retenant une grande quantité de gaz résiduel, contenant des composants imbrûlés, des composants incomplètement brûlés et de l'oxygène, dans la chambre de combustion;
 - canaliser l'air frais se trouvant dans la chambre du carter de vilebrequin dans le passage de transfert;
 - limiter la vitesse de l'air frais s'écoulant dans le passage de transfert quand le moteur fonctionne sous charge partielle;
 - alimenter uniformément la chambre de combustion avec de l'air frais provenant de l'orifice de balayage tout en supprimant les perturbations du gaz résiduel pour la poursuite de la réaction d'oxydation des composants imbrûlés et des composants incomplètement brûlés;
 - injecter du carburant dans la chambre de combustion à partir de l'injecteur de carburant pour former un mélange combustible se composant de carburant et d'air frais;
 - comprimer le gaz résiduel et le mélange combustible dans la chambre de combustion pour accélérer la réaction d'oxydation et pour produire une auto-inflammation du gaz résiduel, ce gaz résiduel auto-enflammé assurant à son tour l'inflammation dudit mélange combustible.
- 5.- Procédé d'allumage-combustion selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'écoulement des gaz d'échappement déchargés de la chambre de combustion par l'intermédiaire de l'orifice d'échappement est étranglé de manière à supprimer une perturbation du gaz résiduel dans la chambre de combustion.
- 6.- Procédé d'allumage-combustion selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'air frais se trouvant dans la chambre intérieure du carter de vilebrequin est canalisé dans le passage de transfert à la base de la chambre intérieure.
- 7.- Procédé d'allumage-combustion selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'air frais s'écoule dans le passage de transfert sur une première distance à une première vitesse, puis il s'écoule dans le passage de transfert sur une seconde distance, qui est plus courte que ladite première distance, et à une seconde vitesse qui est plus faible que ladite première vitesse.

8.- Procédé d'allumage-combustion selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit moteur a un taux effectif de compression qui est inférieur à 12:1, et en ce que l'injecteur de carburant commence son opération d'injection avant un angle de vilebrequin d'environ 50° en amont du point mort haut.

9.- Procédé d'allumage-combustion selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'opération d'injection est commencée par ledit injecteur de carburant après ouverture de l'orifice de balayage.

10.- Moteur à combustion interne à 2-temps, caractérisé en ce qu'il comprend:

- un carter de vilebrequin (10) comprenant une chambre intérieure;
- un bloc-cylindre (2) monté sur le carter de vilebrequin et pourvu d'un alésage cylindrique (5);
- un piston (4) mobile alternativement dans ledit alésage de cylindre (5), ledit piston et ledit alésage de cylindre définissant une chambre de combustion (6);
- un injecteur de carburant (12) disposé dans la chambre de combustion pour injecter du carburant dans cette chambre;
- un passage de transfert (27) comportant un orifice de balayage (26) à une extrémité et un orifice d'admission d'air (16) à l'autre extrémité, ledit orifice de balayage et ledit orifice d'admission d'air débouchant respectivement dans ladite chambre de combustion et dans ladite chambre du carter de vilebrequin de façon à transférer l'air frais se trouvant dans ladite chambre intérieure vers ladite chambre de combustion;
- un passage d'échappement (22) comportant un orifice d'échappement (21) qui débouche dans la chambre de combustion (6) pour décharger les gaz d'échappement de ladite chambre de combustion; et
- un moyen d'étranglement (28) disposé dans ledit passage de transfert (27) pour limiter la vitesse de l'air frais s'écoulant dans ledit passage de transfert quand le moteur fonctionne sous charge partielle.

11.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit moteur comprend en outre un autre moyen d'étranglement (23) pour limiter l'écoulement de gaz d'échappement déchargés de la chambre de combustion (6) quand le moteur fonctionne sous une charge partielle.

12.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit autre moyen d'étranglement comprend une soupape de commande d'échappement (23) disposée dans ledit passage d'échappement (22).

13.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit moyen d'étranglement comprend une soupape de commande de balayage (28) placée dans ledit passage de transfert (27) de façon à commander la section dudit passage de transfert.

5 14.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 13, caractérisé en ce que ladite soupape de commande de balayage (28) comprend une plaque annulaire pourvue d'un orifice qui peut être aligné avec ledit passage de transfert.

10 15.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 14, caractérisé en ce que la section de passage de l'orifice de ladite plaque annulaire est augmentée en relation avec une augmentation du niveau de la charge du moteur.

15 16.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit passage de transfert comprend un passage (42) principal assurant la liaison de l'orifice de balayage avec l'orifice d'admission d'air et un passage auxiliaire (51) dérivant dudit passage principal et relié à la chambre intérieure dudit carter de vilebrequin, ledit moyen d'étranglement comprenant une soupape de commande de balayage servant à introduire sélectivement de l'air frais dans ladite chambre de
20 combustion à partir dudit orifice d'admission d'air ou bien dudit passage de transport auxiliaire.

25 17.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 16, caractérisé en ce que ledit passage auxiliaire (51) a une longueur supérieure à celle du passage principal (47) et a une section droite plus petite que celle du passage principal (47).

18.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 17, caractérisé en ce que ledit passage auxiliaire (51) est relié à la base de la chambre intérieure dudit carter de vilebrequin (1).

30 19.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 16, caractérisé en ce que ladite soupape de commande de balayage est disposée dans l'orifice d'admission d'air dudit passage principal.

35 20.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 19, caractérisé en ce que ladite soupape de commande de balayage (55) comprend un élément de forme annulaire qui est pourvu d'un orifice pouvant être aligné avec l'orifice d'admission d'air du passage principal.

21.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'orifice d'admission d'air du passage principal est fermé par ledit élément de forme annulaire quand le moteur fonctionne sous une charge partielle.

5 22.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 16, caractérisé en ce que ledit moteur comprend en outre un autre passage (47) de transfert qui est fermé par ladite soupape de commande de balayage (55) quand le moteur fonctionne sous une charge partielle en vue d'arrêter l'introduction d'air frais dans ladite chambre de combustion à partir dudit autre
10 passage de transfert (47).

23.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'une soupape d'arrêt est disposée dans ledit passage auxiliaire (51) de façon à permettre seulement une entrée d'air frais dans ladite chambre de combustion (6).

15 24.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit piston (4) comporte une face supérieure approximativement plane.

25.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit moteur a un taux effectif de compression
20 qui est inférieur à 12:1, et en ce que l'injecteur de carburant (12) commence son opération d'injection avant un angle de vilebrequin d'environ 50° en amont du point mort haut.

26.- Moteur à combustion interne à 2-temps selon la revendication 25, caractérisé en ce que l'opération d'injection dudit injecteur de carburant (12) est commencée après ouverture dudit orifice de balayage.
25

Fig. 1

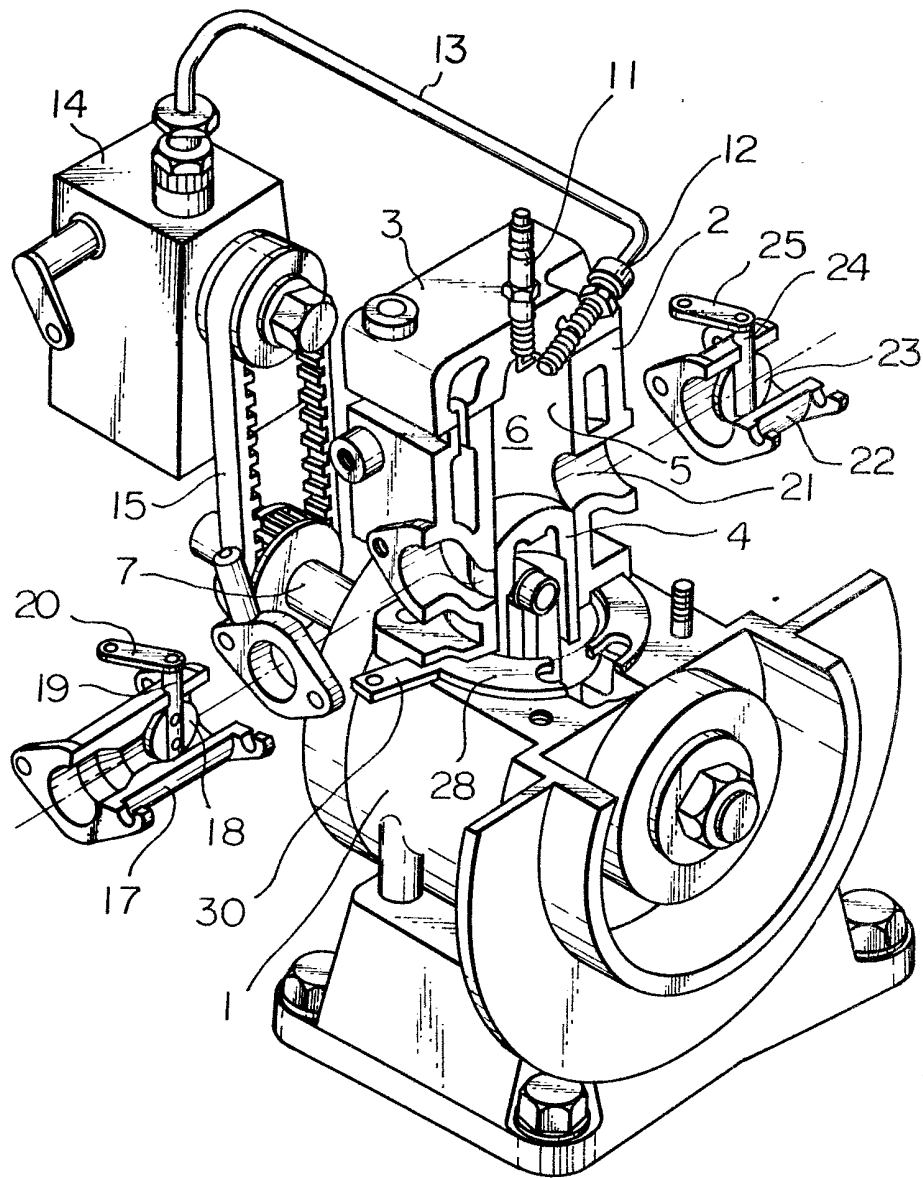


Fig. 2

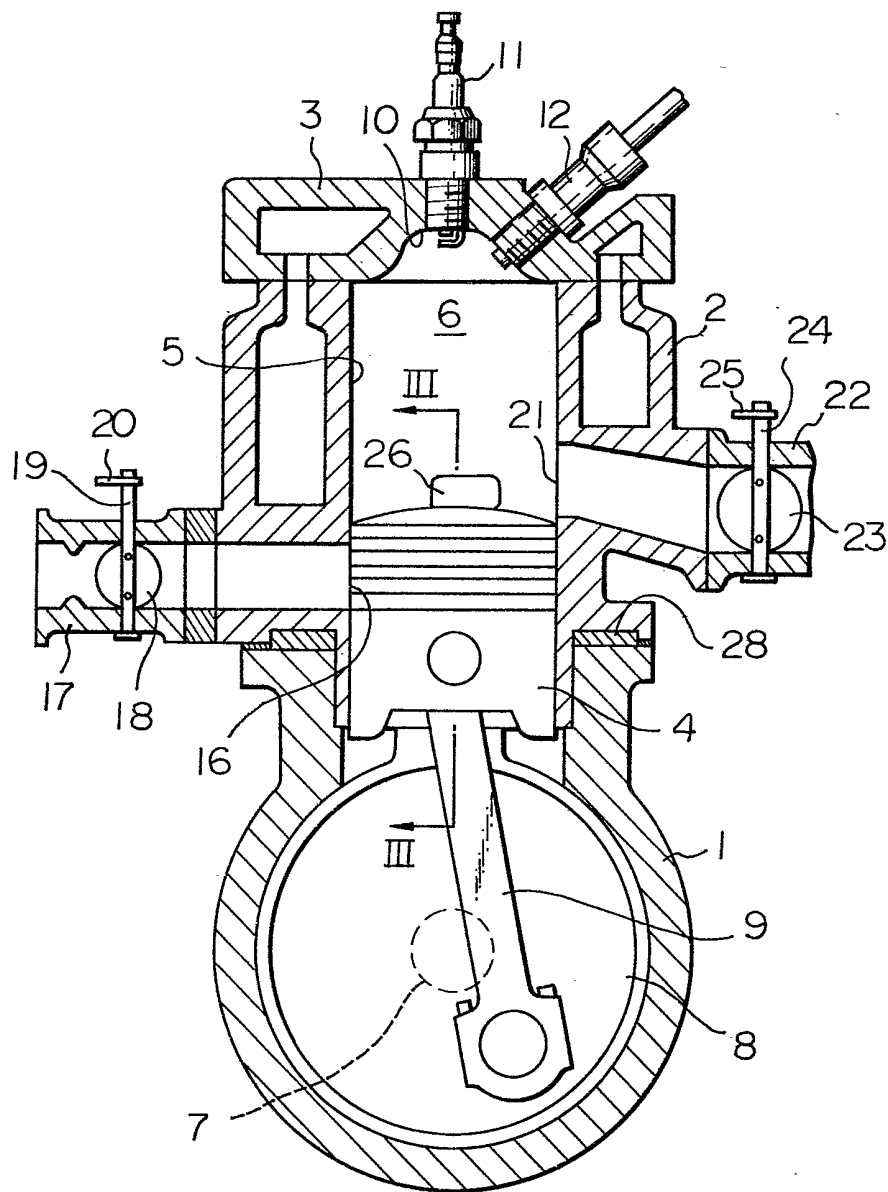


Fig. 3

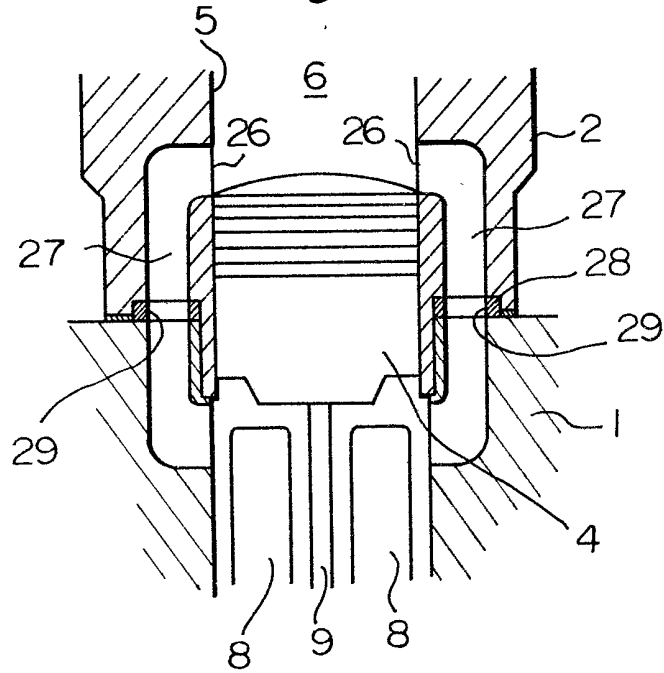


Fig. 4

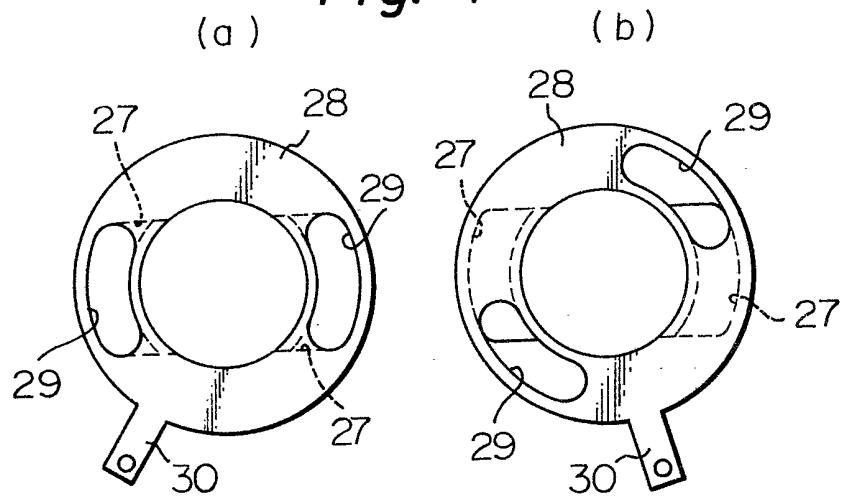


Fig. 5

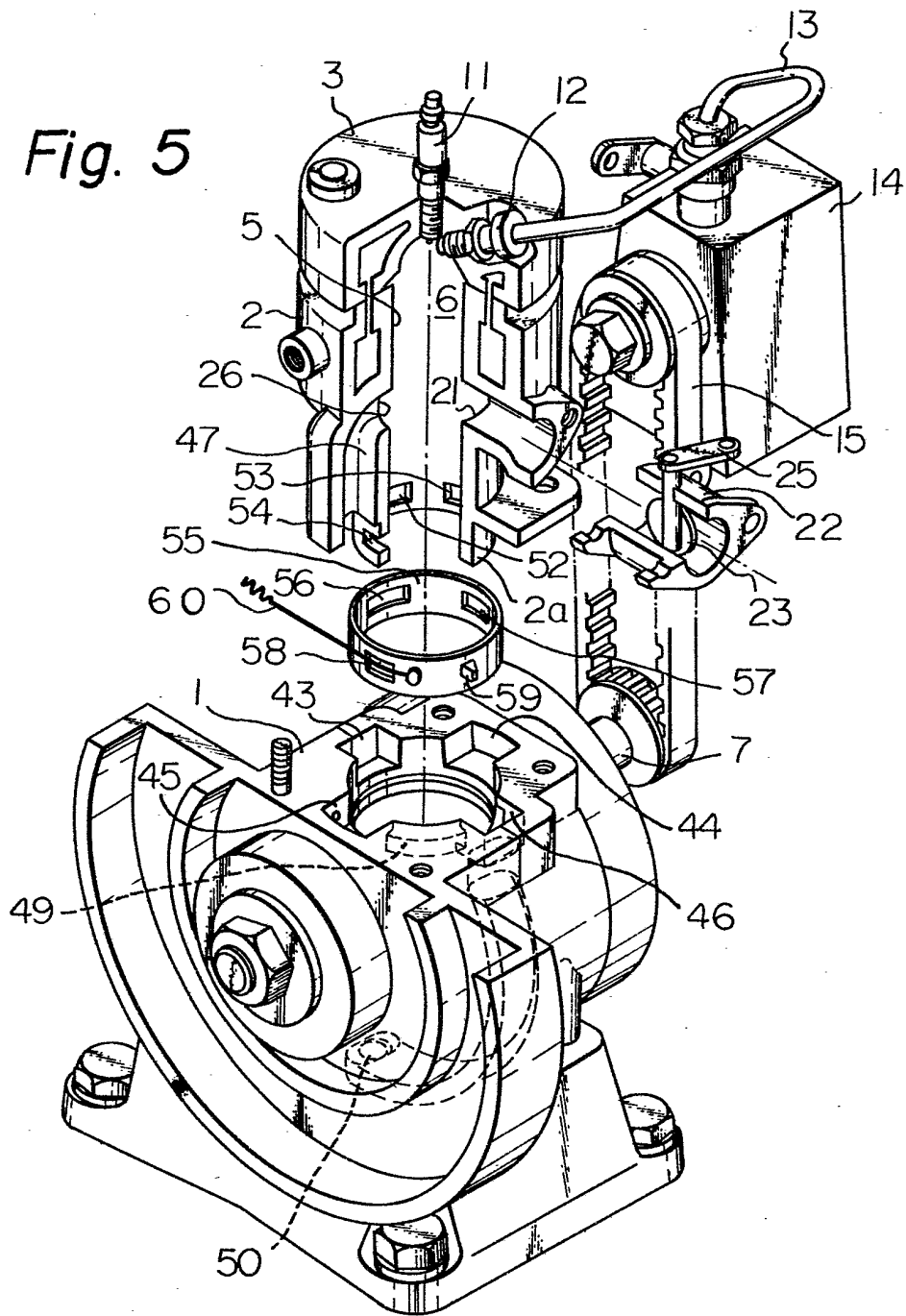


Fig. 6

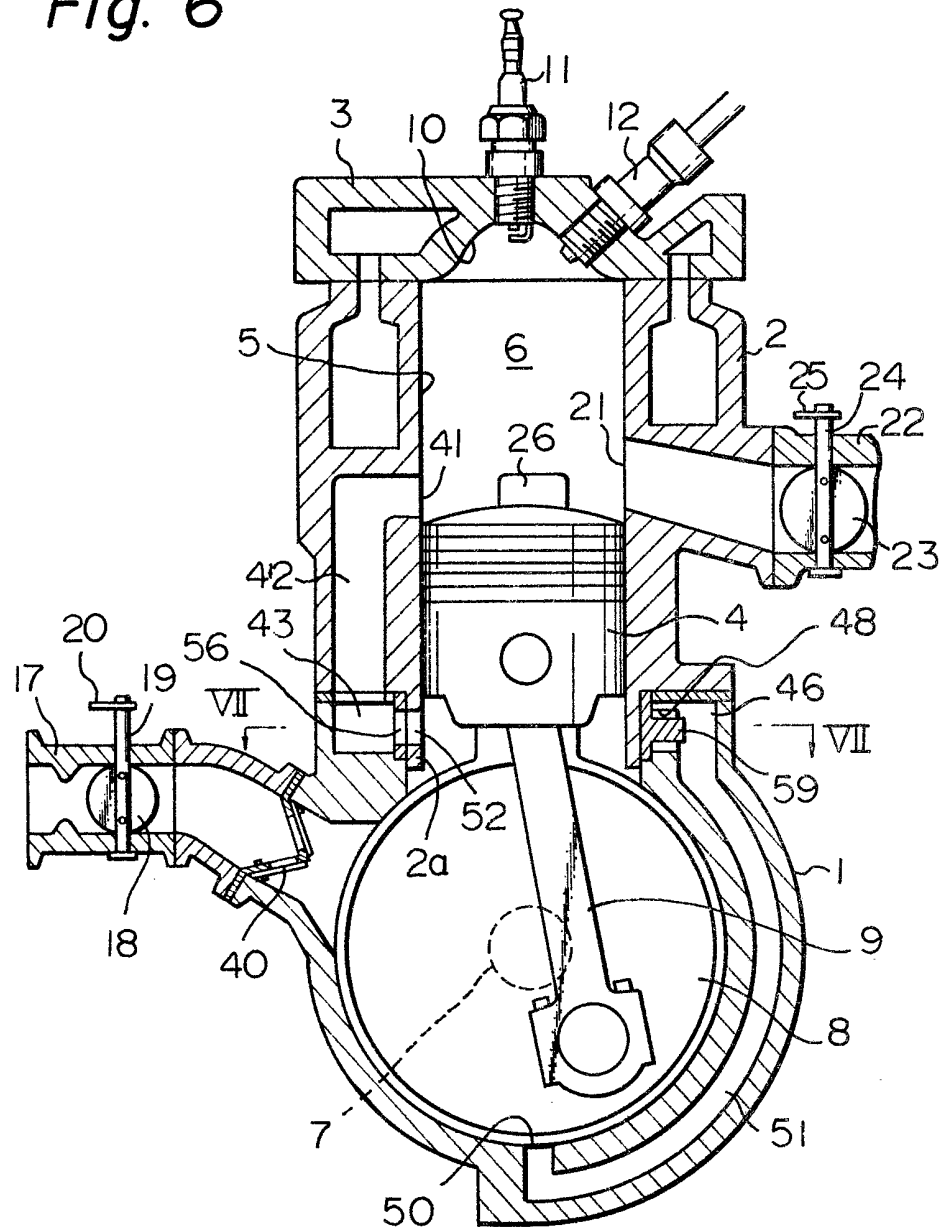
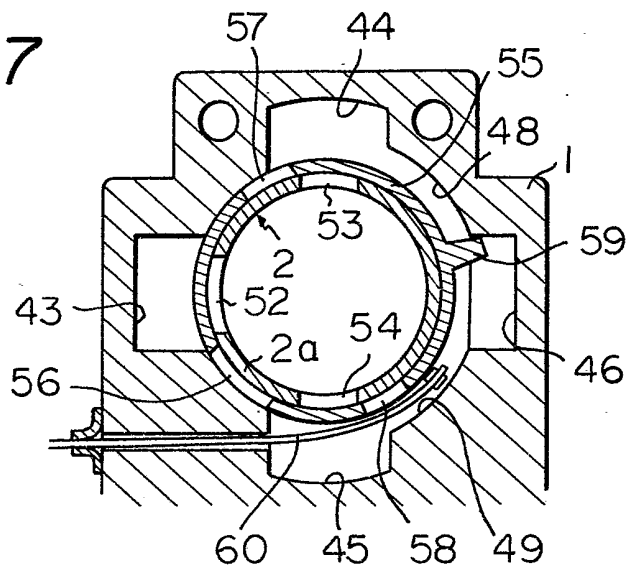
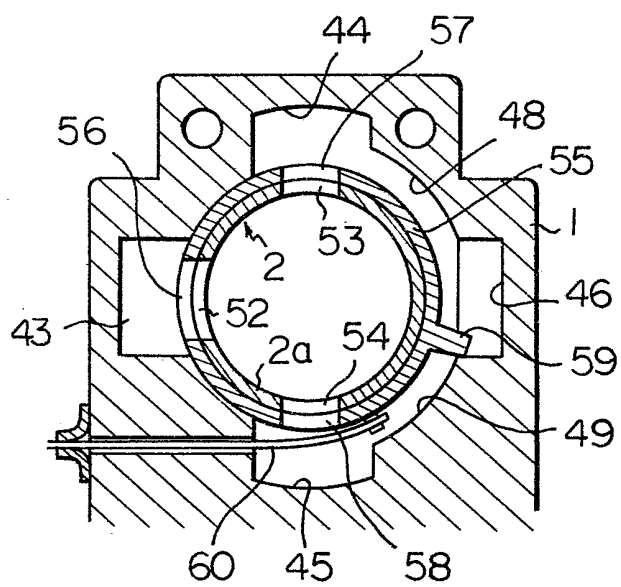


Fig. 7

(a)

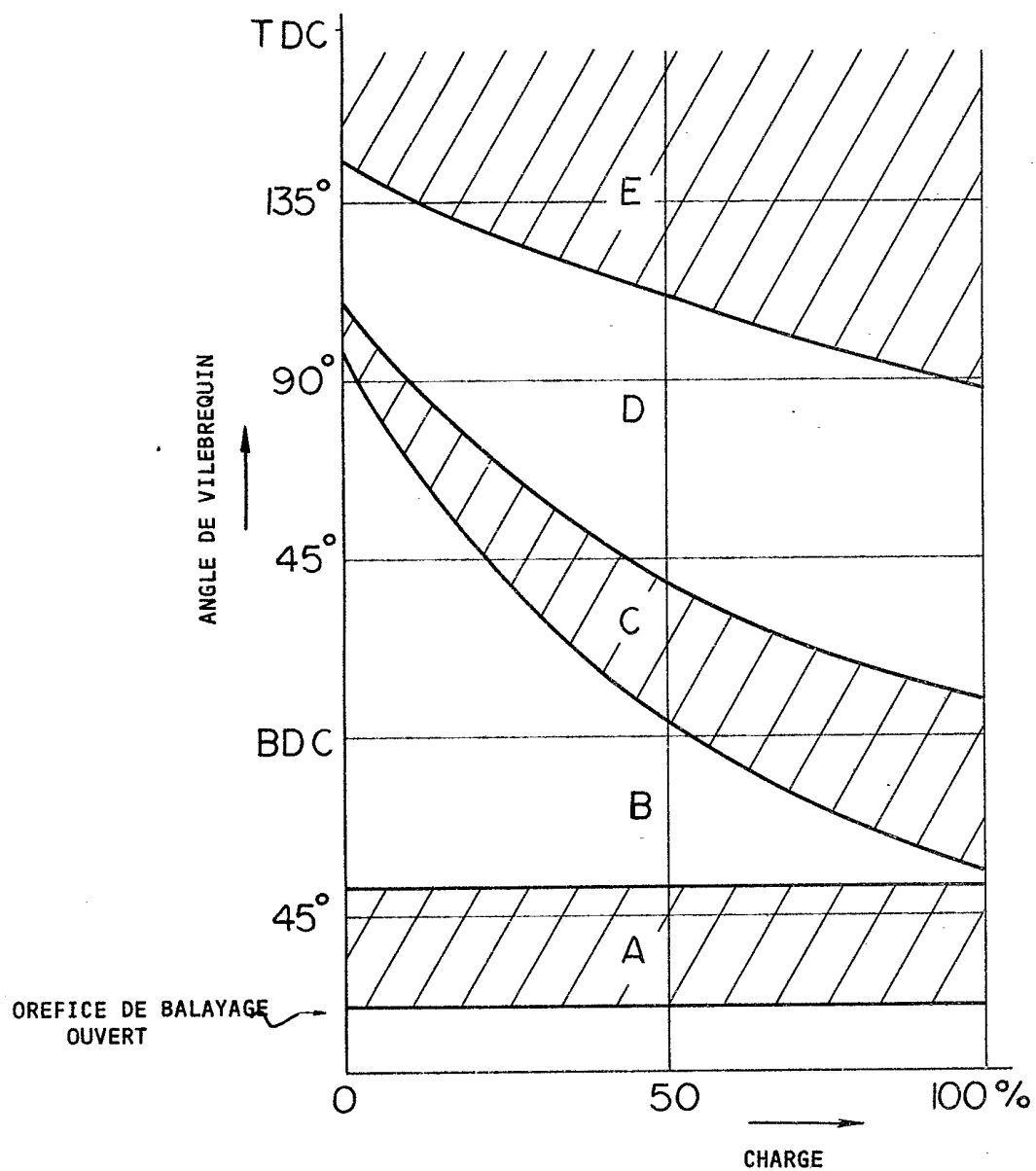


(b)



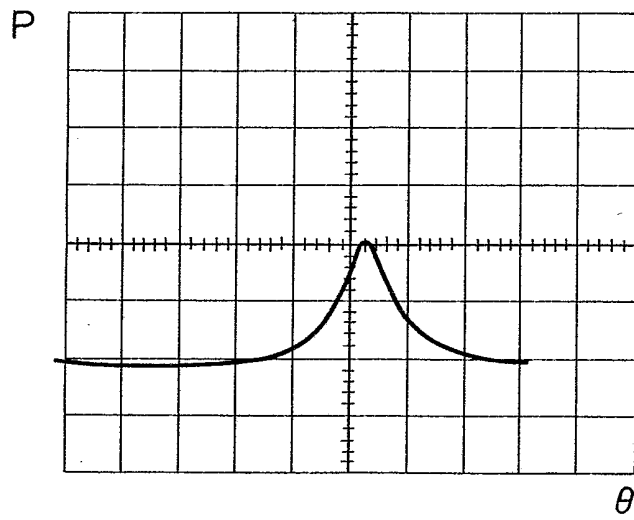
7/12

Fig. 8



8/12

Fig. 9
(a)



(b)

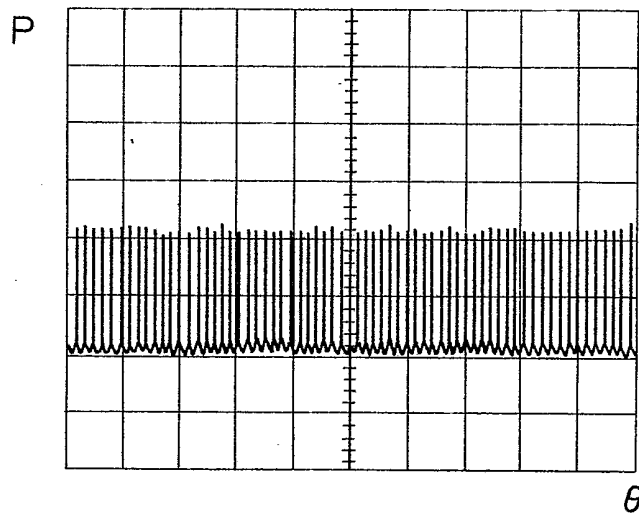
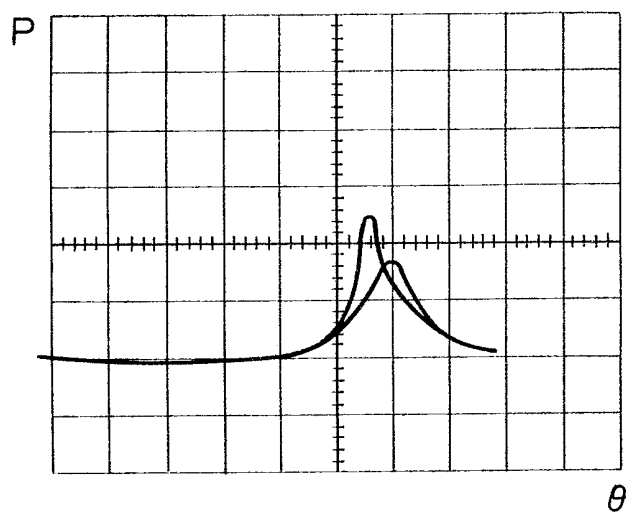
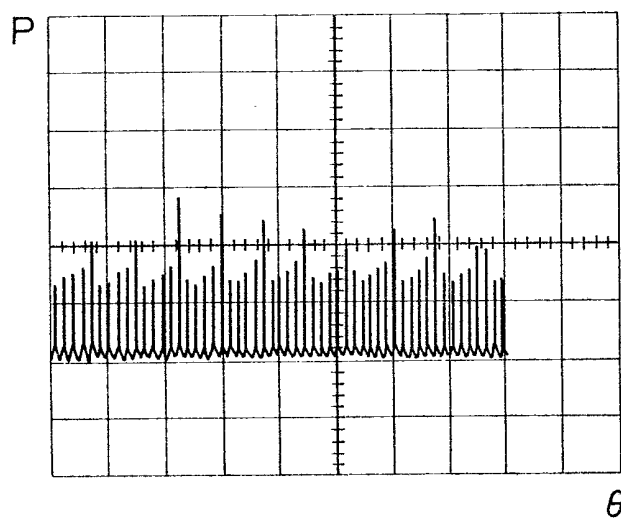


Fig. 10

(a)



(b)



10/12

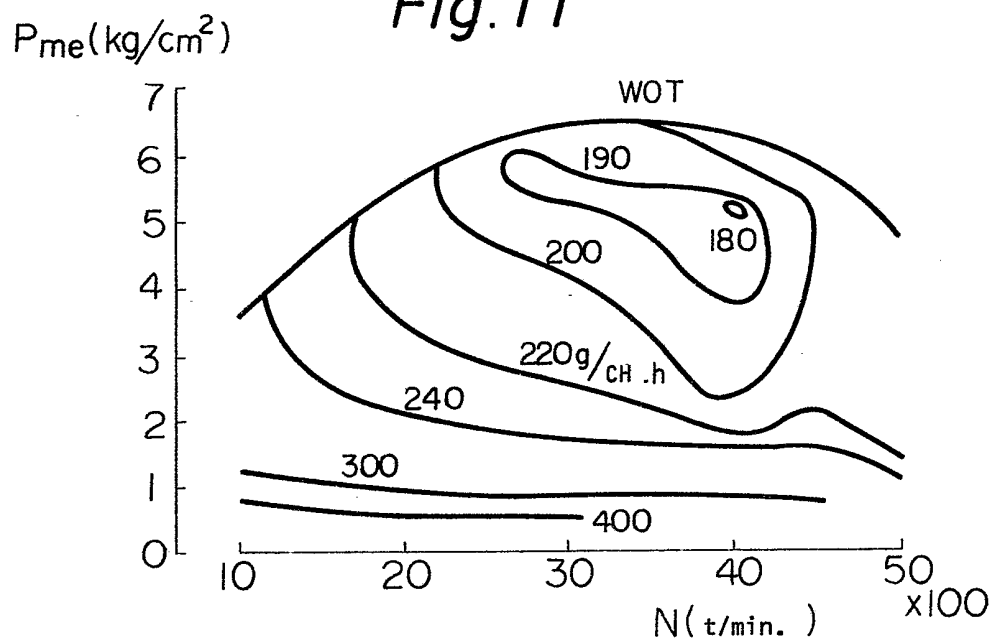
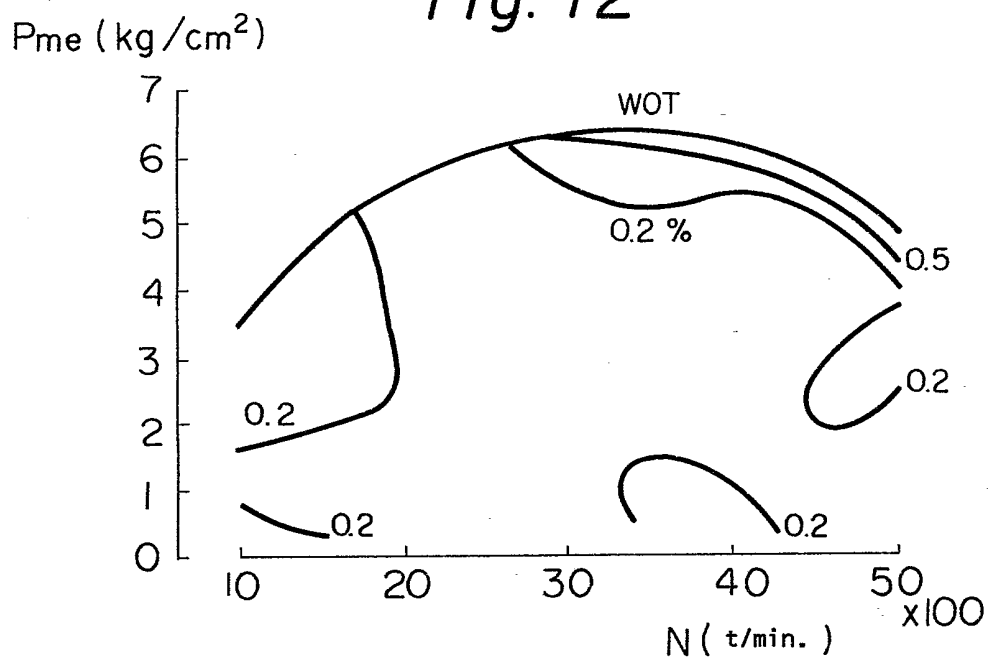
Fig. 11*Fig. 12*

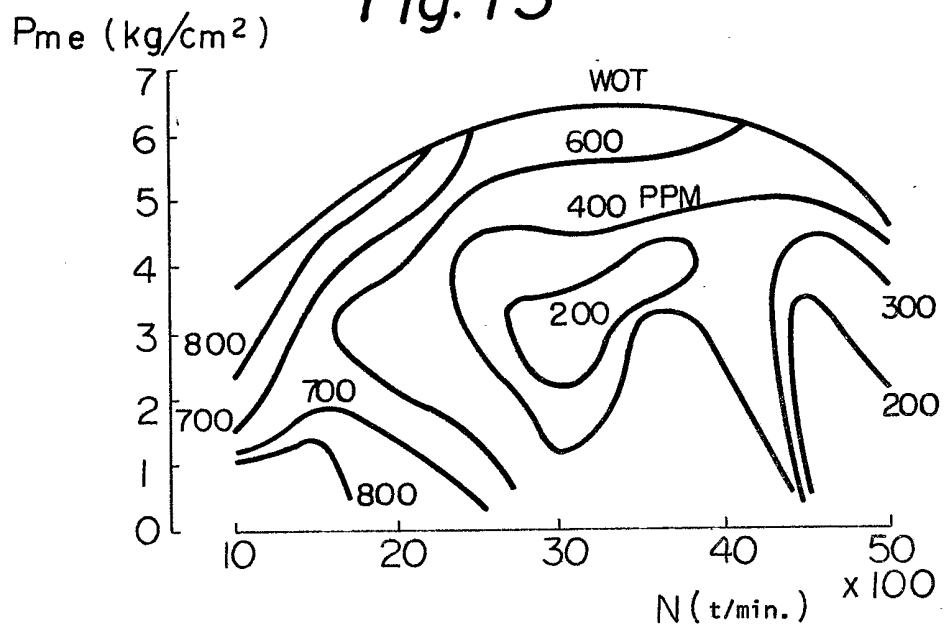
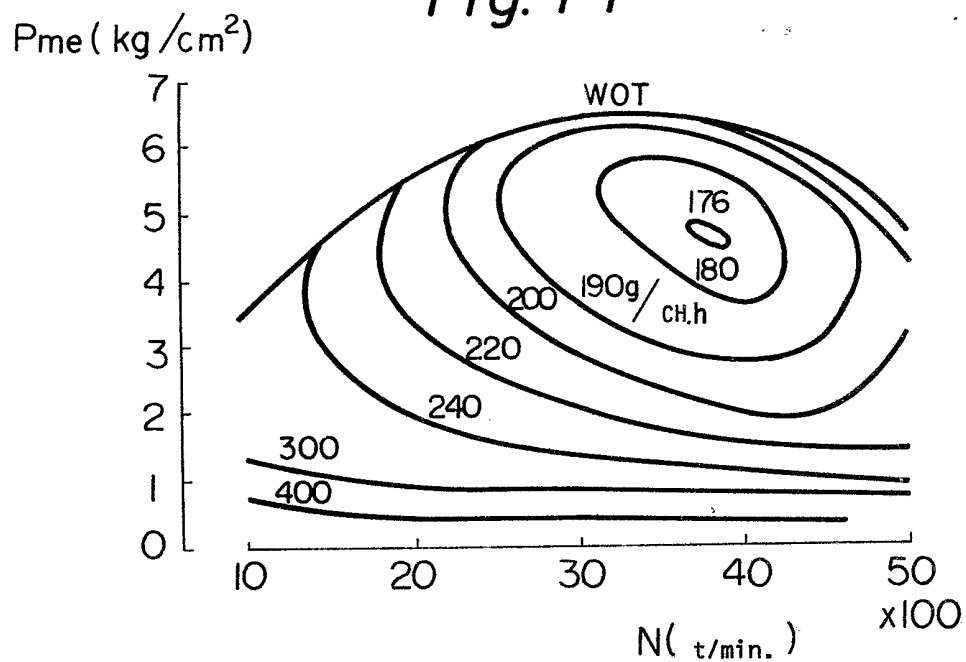
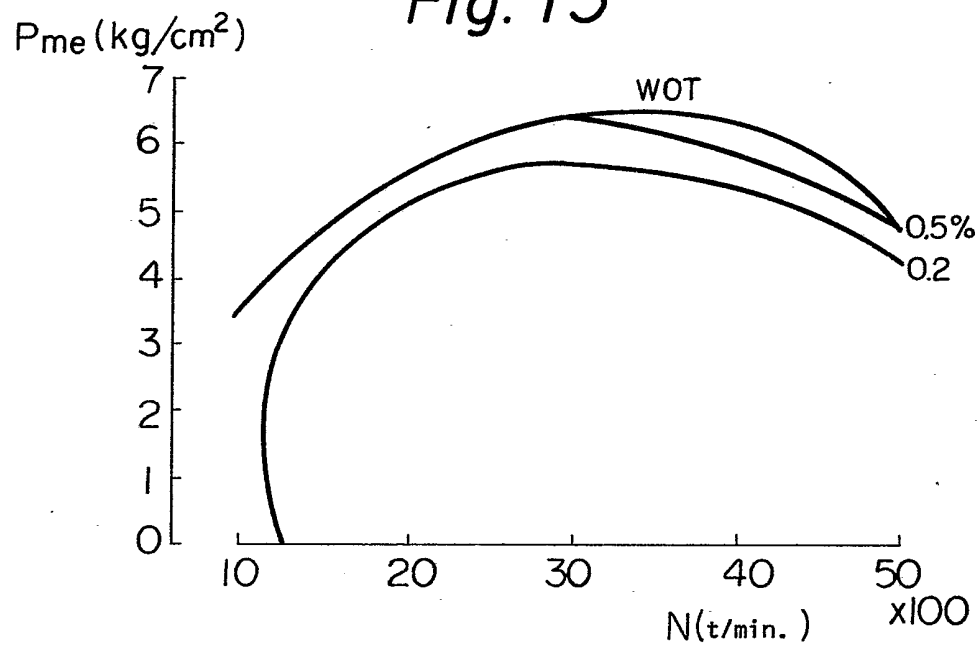
Fig. 13*Fig. 14*

Fig. 15*Fig. 16*