

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 02015

(54) Dispositif de détection du phénomène de détonation dans un moteur à combustion interne, destiné à permettre également la correction de l'avance à l'allumage.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 02 D 37/02 // F 02 B 77/08.

(22) Date de dépôt 3 février 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Italie, 4 février 1980, n° 19681 A/80.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 32 du 7-8-1981.

(71) Déposant : Société dite : ALFA ROMEO SPA, résidant en Italie.

(72) Invention de : Giampaolo Garcea.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Barnay,
80, rue Saint-Lazare, 75009 Paris.

Il est connu que dans les moteurs à combustion interne de type alternatif à allumage commandé, appelé ordinairement moteurs à explosion, peut se présenter le phénomène de la détonation. Ce phénomène consiste en une combustion anormale de la charge, une partie de cette dernière ne brûlant pas sous l'effet de l'avancement du front de flamme, mais sous l'effet d'une déflagration. Lorsque l'importance de ce phénomène est modeste, les conséquences négatives de la détonation se limitent à des nuisances acoustiques en raison du bruit caractéristique engendré par les détonations. Par contre, si son importance est plus grande, l'intégrité du moteur peut être plus ou moins compromise en raison des contraintes thermiques et mécaniques subies par les organes de celui-ci du fait des détonations.

Le concepteur et le constructeur du moteur doivent par conséquent éviter que le phénomène de la détonation puisse se manifester pendant le fonctionnement des moteurs, ou tout au moins éviter que ce phénomène prenne une importance excessive. Cette nécessité constitue une contrainte particulièrement lourde pour le constructeur, surtout en raison du fait que certaines caractéristiques essentielles de structure et de réglage qui ont pour but d'améliorer le rendement du moteur (par exemple taux de compression et avance à l'allumage plutôt élevés, carburation pauvre, etc.) favorisent du même coup les détonations. Par ailleurs, la situation ne peut pas toujours être la même sur tous les moteurs et dans toutes les conditions d'emploi, étant donné l'existence de tolérances aussi bien dans l'usinage et le réglage des moteurs que dans les caractéristiques anti-détonantes des carburants du commerce, qu'il est impossible d'éliminer. Par conséquent, pour éviter les détonations sur les moteurs même dans les cas où apparaît une combinaison de facteurs négatifs, le constructeur se trouve par exemple dans l'obligation d'adopter sur tous les moteurs de série une avance à l'allumage sensiblement inférieure à celle de rendement maximal, et par conséquent de limiter les performances des moteurs de série.

On a déjà envisagé d'éviter cette situation en dotant les moteurs de série de capteurs de détonation et en réglant par exemple l'avance pour un rendement maximal

et des prestations optimales. Lorsque la détonation se manifeste, le capteur en détecte la présence et un circuit électronique approprié intervient sur le réglage de l'avance à l'allumage pour retarder l'allumage jusqu'à faire disparaître la détonation. Ces capteurs sont généralement réalisés de manière à pouvoir utiliser les ondes de pression à haute fréquence qui se développent à l'intérieur de la chambre d'explosion par l'effet de la détonation et qui se superposent aux pressions normales du cycle pendant la combustion. Etant donné que les parois de la chambre d'explosion, et en particulier celles de la culasse, se déforment élastiquement en fonction des variations de pression, un capteur inertiel assujéti auxdites parois peut aussi bien être sensible aux pressions cycliques normales dans le cylindre qu'aux pressions variables de fréquence élevée engendrées par une éventuelle détonation, de sorte que le capteur peut émettre des signaux de type différent dans les deux cas, spécialement du point de vue de la fréquence. Naturellement, des déformations élastiques d'importance moindre se manifestent également dans les structures de la culasse et du moteur en général en raison de leur disposition autour des parois de la chambre d'explosion, de sorte que, comme il est généralement difficile et ardu d'assujettir le capteur directement aux parois de la chambre, celui-ci est appliqué à d'autres structures de la culasse ou du moteur. De cette manière, le capteur peut être sensible non seulement aux détonations qui se manifestent dans un seul cylindre, mais également à celles qui se manifestent dans plusieurs cylindres, ou même dans tous les cylindres. Dans ce cas, le capteur doit avoir une sensibilité plus grande en raison de l'ampleur moindre des déformations élastiques des structures plus éloignées de la chambre d'explosion. D'autre part, cela aggrave le problème de la distinction des déformations élastiques qui se succèdent à la fréquence des ondes de détonation et toutes les autres déformations élastiques de fréquence à peu près analogue provoquées par des phénomènes tout à fait différents, en particulier par les chocs entre des parties métalliques dotées d'un mouvement relatif, comme par exemple entre soupapes et sièges de soupapes, entre bossages de l'arbre à came et poussoirs,

entre tourillons, manetons et paliers correspondants, entre
axe de piston et piston, ou bien entre axe de piston et
bielle. L'ampleur de ces chocs est d'autant plus grande que
le régime de rotation du moteur est élevé, de sorte que la
5 détection des détonations aux vitesses élevées du moteur,
qui sont justement celles qui risquent de le détériorer,
s'avère très difficile. Par contre, si l'on dispose le
capteur de manière à pouvoir ressentir directement les défor-
mations élastiques des parois de la chambre d'explosion, le
10 signal correspondant à la détonation émerge en intensité par
rapport aux interférences, de telle sorte que la détection
de la détonation devient beaucoup plus sûre, sans compter que
le coût et la complication du dispositif s'en trouvent sensi-
blement réduits, car le capteur n'a pas besoin de présenter
15 une sensibilité excessive, tandis que le circuit électro-
nique n'a pas à filtrer les signaux et à séparer le signal
de détonation des autres signaux de fréquences à peu près
analogues, mais d'origines tout à fait différentes. Mais on
se trouve alors devant d'autres difficultés qui proviennent
20 du fait qu'une grande partie des tolérances d'usinage et de
réglage, impossibles à éliminer, donnent lieu non seulement
à un comportement différent du point de vue de la détonation
entre moteurs de série différents, ou même dans un même moteur
suivant son régime de fonctionnement, mais également à un
25 comportement différent entre les différents cylindres d'un
même moteur, de sorte que si le capteur ne parvient à détecter
la présence de détonations que dans un seul cylindre, il est
nécessaire, pour assurer la protection du moteur, de prévoir
autant de capteurs qu'il y a de cylindres dans le moteur.
30 Cette dernière nécessité se présente également, et à plus
forte raison, si le capteur, au lieu d'être un capteur
inertiel comme celui que l'on a considéré jusqu'à présent,
est d'un autre type, notamment de type manométrique (par
exemple piézo-électrique). En effet, le capteur doit dans
35 ce cas être disposé de manière à être sensible à la pression
des gaz à l'intérieur du cylindre.

Le but de la présente invention est justement
d'éviter la complication et le coût entraînés par l'utili-
sation de plusieurs capteurs, en prévoyant un seul capteur

de détonation pour tout le moteur ou éventuellement pour un groupe de cylindres du moteur, et en le disposant de manière qu'il puisse être principalement sensible aux déformations élastiques subies par la paroi de la chambre d'explosion de l'un des cylindres sous l'effet des pressions engendrées à son intérieur, et en même temps de faire en sorte que le phénomène de la détonation se présente toujours d'abord dans ce cylindre-là, et non dans les autres cylindres du moteur ou dudit groupe de cylindres, ou tout au moins qu'il se présente avec une plus grande probabilité d'abord dans ce cylindre-là plutôt que dans les autres. Selon l'invention, d'autre part, ce comportement particulier dudit cylindre par rapport aux autres, c'est-à-dire sa plus grande demande en indice d'octane, c'est-à-dire en pouvoir anti-détonant, est obtenu par le fait que le système d'allumage du moteur est réalisé de manière à envoyer le courant d'allumage aux électrodes de la bougie du cylindre en question avec une avance, par rapport au point mort, supérieure à celle des autres cylindres, ce qui a pour effet, comme déjà dit plus haut, de favoriser le phénomène de la détonation.

Si, par conséquent, le circuit électronique auquel parvient le signal du capteur appliqué sur le cylindre précité agit sur le calage de l'allumage (dans le sens de le retarder) de manière à maintenir ledit cylindre dans des conditions très proches du début de détonation, tous les autres cylindres fonctionneront avec un petit retard moyen à l'allumage par rapport à l'instant d'allumage optimal. Toutefois, ce retard, dont l'unique rôle est de tenir compte de la demande différente en indice d'octane entre un cylindre et un autre, est beaucoup moins importante que le retard qui devrait être prévu pour tenir compte également des caractéristiques différentes des essences du commerce, du degré de formation de dépôts dans les chambres d'explosion pendant la vie du moteur et également des écarts entre les demandes en indice d'octane (déterminés par les tolérances d'usinage et de réglage) d'un moteur à l'autre, qui sont supérieurs à ceux qui peuvent exister entre les différents cylindres d'un même moteur.

Pour l'identification du point particulier de fonctionnement du moteur, le circuit électronique précité reçoit de préférence des signaux provenant d'un premier capteur de régime de rotation, disposé à proximité d'une
5 partie tournante du moteur de manière à pouvoir être excité par le passage de certains points diversifiés situés le long de la circonférence de ladite partie tournante, ledit circuit électronique recevant également soit des signaux provenant d'un second capteur de détection du couple fourni, ledit
10 second capteur étant du type manométrique et sensible à la pression d'alimentation des cylindres du moteur, soit des signaux provenant d'un second capteur sensible à la valeur de l'angle d'ouverture du papillon ou volet de dosage des gaz, étant donné que, pour certains régimes de rotation, le
15 couple moteur fourni est fonction univoque de la valeur de cet angle.

Le capteur de détonation utilisé peut être soit du type inertiel et être sensible aux déformations élastiques des parois de la culasse à proximité dudit cylindre donné,
20 soit du type manométrique et être sensible à la pression régnant à l'intérieur dudit cylindre donné.

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés à titre d'exemples non limitatifs, permettra de bien comprendre comment la présente invention peut être mise en
25 pratique.

La figure 1 représente schématiquement un dispositif selon l'invention appliqué à un moteur à explosion doté d'un système d'allumage de type électronique.

La figure 2 représente schématiquement un dispositif selon l'invention appliqué à un moteur à explosion
30 doté d'un système d'allumage à distributeur mécanique.

Conformément à la figure 1, la référence 1 désigne un moteur à quatre cylindres en ligne, et plus précisément la culasse desdits cylindres, suivant la direction parallèle
35 à l'axe des cylindres. Les lignes discontinues 2, 3, 4, 5 indiquent les positions des quatre cylindres et par conséquent des chambres d'explosion correspondantes, tandis que les références 6, 7, 8, 9 désignent les bougies d'allumage correspondantes, qui reçoivent le courant d'allumage par des câbles

10, 11, 12 et 13. La référence 14 désigne l'extrémité du vilebrequin qui sort à l'extérieur du moteur et la référence 15 le volant solidaire dudit vilebrequin, qui est doté d'une denture 16 permettant son accouplement avec l'engrenage du démarreur électrique (non représenté sur le dessin). La tubulure d'admission 19 est raccordée à la culasse 1 par l'intermédiaire de quatre brides 17 et quatre conduits d'admission 18. Cette tubulure 19 est ensuite raccordée, par l'intermédiaire d'une bride 20, à un corps 21 à travers lequel l'air extérieur (si le moteur est à injection) ou le mélange (si le moteur est à carburateur) est aspiré dans la tubulure 19 par l'effet des courses d'aspiration des pistons des quatre cylindres 2, 3, 4 et 5. Sur le corps 21 est d'autre part monté un volet papillon 22 de dosage au moyen d'un axe 23 qui peut tourner par rapport au corps 21 et qui est raccordé à un levier 24 commandé par la pédale de l'accélérateur (non représentée sur le dessin).

La référence 25 désigne l'ensemble du système d'allumage du moteur, de type électronique, alimenté via un câble 26 par une batterie 27. Ce système d'allumage délivre aux quatre cylindres, suivant un calage approprié et par l'intermédiaire des câbles 10, 11, 12 et 13, le courant nécessaire pour provoquer la décharge électrique entre les électrodes des quatre bougies 6, 7, 8 et 9. En particulier, pour distribuer le courant aux cylindres avec un calage approprié, c'est-à-dire suivant l'angle le plus favorable, généralement d'avance, par rapport au point mort, le système d'allumage 25 utilise les signaux qui, dans le présent exemple, lui parviennent premièrement d'un capteur de phase 28 du type magnétique ou opto-électronique, sensible au passage d'une saillie de référence 50 solidaire du volant 15, deuxièmement d'un capteur 29 de vitesse de rotation du moteur, également du type magnétique ou opto-électronique, sensible au passage des dents de la roue dentée 16 solidaire du volant 15, et troisièmement d'un capteur 30 de la pression d'alimentation régnant dans la tubulure 19 qui alimente les cylindres du moteur. Ces capteurs sont respectivement reliés au système d'allumage 25 par l'intermédiaire de câbles 31, 32 et 33. Le système 25 est d'autre part relié, via un câble 38, à un

interrupteur 39 (commandé en l'occurrence par la clé de démarrage). Lorsque l'interrupteur est fermé, le câble 38 est mis à la masse et le système 25, alimenté par la batterie, délivre le courant aux bougies. De cette manière, le système d'allumage fournit aux cylindres le courant d'allumage avec une avance par rapport au point mort qui est optimale pour chaque point de la plage d'utilisation, et qui est par conséquent fonction aussi bien du régime du moteur que de la pression d'alimentation.

Toutefois, selon l'invention objet de la présente demande de brevet, l'avance avec laquelle le système 25 délivre le courant d'allumage à l'un des quatre cylindres, par exemple celui qui est désigné par la référence 5, est toujours plus élevée que l'avance correspondant aux trois autres cylindres. Cette augmentation d'avance, qui par exemple peut être constante sur toute la plage de fonctionnement, assure que, lorsque la tendance du moteur à détoner s'accroît à la suite d'une combinaison de circonstances négatives, c'est toujours le cylindre 5 qui détone le premier. Si par conséquent ce cylindre est doté d'un capteur inertiel 34 disposé de manière à ressentir, directement ou d'une manière suffisamment directe, les déformations élastiques de la paroi de sa propre chambre d'explosion lorsque le phénomène de la détonation se manifeste, le signal émis par le capteur 34 est influencé par les fréquences et les intensités particulières qui caractérisent la détonation. Ce signal parvient par un câble 35 à un circuit électronique 36 qui est capable de distinguer si le signal présente ou non les caractéristiques particulières qui sont liées à la détonation. Dans le cas affirmatif, le circuit 36 commande, via un câble 37, le système d'allumage 25 dans le sens d'un retard à l'allumage de tous les cylindres du moteur jusqu'à ce que le phénomène de la détonation dans le cylindre 5 soit complètement annulé.

Si maintenant le moteur est doté d'un système d'allumage partiellement électronique, c'est-à-dire comprenant un distributeur mécanique entraîné par le moteur, le schéma du système d'allumage correspondant à l'objet de la présente demande de brevet est sensiblement différent de celui de la

figure 1. Ce schéma est représenté sur la figure 2, dans laquelle les parties qui n'ont pas été modifiées par rapport à la figure 1 portent les mêmes numéros de référence que sur cette dernière. Le système d'allumage est également désigné par la référence 25, bien que le circuit situé à l'intérieur du bloc 25 soit différent et plus simple du fait que, dans le cas de la figure 2, quelques fonctions ont été transférées à l'extérieur, de sorte que ce ne sont plus les quatre câbles à haute tension reliés aux bougies comme dans la figure 1 qui sortent du système 25, mais un câble à basse tension 40 de raccordement à une bobine d'allumage 41, savoir au primaire de celle-ci, lequel est à son tour relié via un câble 42 à la batterie 27. Le secondaire à haute tension de la bobine 41 est relié, par l'intermédiaire d'un câble 43, au distributeur 44 qui, au moyen de son doigt rotatif intérieur et par l'intermédiaire de câbles 45, 46, 47 et 48, distribue le courant d'allumage respectivement aux bougies 6, 7, 8 et 9. Dans ce cas également, le circuit électronique intérieur au système 25 utilise normalement les signaux provenant des capteurs 28, 29 et 30 pour définir l'angle d'avance optimal par rapport au point mort prévu aux différents régimes de rotation et degrés de dosage d'alimentation du moteur. D'autre part, conformément à ce qui est envisagé dans la présente demande de brevet, ledit circuit électronique du système 25 envoie le courant d'allumage à l'un des cylindres du moteur (par exemple à celui désigné par la référence 5) avec un certain angle d'avance supplémentaire par rapport aux autres cylindres, et ceci en raison du fait que c'est sur ce cylindre que l'on applique le capteur de détonation 34.

Etant donné que le phénomène de détonation se présente uniquement avec des pressions absolues d'alimentation du moteur supérieures à une certaine valeur, c'est seulement lorsque ces pressions se manifestent que le cylindre doté du capteur de détonation nécessite une plus grande avance à l'allumage. Par conséquent, ce n'est qu'après que le capteur 30 aura signalé au système 25 une pression supérieure à ladite valeur que ce dernier interviendra pour modifier l'avance à l'allumage dudit cylindre. Ceci vaut dans tous les cas, aussi bien celui illustré par la figure 1 que celui

illustré par la figure 2, car on estime qu'il est souhaitable (par exemple en ce qui concerne les consommations spécifiques) qu'au-dessous de ladite valeur de pression l'avance à l'allumage soit la même pour tous les cylindres.

- 5 Dans le cas de la figure 2, tout comme dans le cas de la figure 1, c'est le système 25 qui se charge, si le capteur 34 signale la présence de détonation, de retarder l'avance prévue (aussi bien du cylindre doté du capteur que des autres cylindres) jusqu'à la disparition de la détonation.
- 10 Il est également prévu que cette réduction de l'avance soit éventuellement appliquée non pas à toutes les avances à l'allumage prévues dans la plage de fonctionnement du moteur, mais seulement aux avances à l'allumage dans la zone de pressions d'alimentation supérieures à une certaine valeur.

REVENDECATIONS

1.- Dispositif de réglage de l'avance à l'allumage d'un moteur alternatif multicylindres à combustion interne et à allumage commandé, ledit dispositif comprenant un circuit électronique auquel parviennent des signaux permettant de détecter instant
5 par instant les conditions particulières d'emploi du moteur et tout au moins le point de fonctionnement particulier défini par exemple par les valeurs d'une paire de paramètres, savoir le régime de rotation et le couple fourni, de sorte que pour
10 chaque paire de valeurs ledit circuit est en mesure de fournir au système d'allumage commandé l'indication de l'avance à l'allumage optimale pour ce point particulier de fonctionnement, l'ensemble desdites valeurs d'avance optimale, fonction d'au moins lesdits paramètres, constituant le réglage de
15 base des avances à l'allumage du moteur, ledit dispositif comprenant des capteurs aptes à envoyer au circuit électronique lesdits signaux qui définissent instant par instant les conditions d'emploi du moteur, ledit dispositif comprenant également un capteur capable de détecter la présence éventuelle du phénomène de la détonation dans un cylindre donné
20 du moteur et d'envoyer le signal correspondant au circuit électronique, ledit circuit électronique étant doté de moyens également électroniques qui, à la réception du signal de détonation, modifient temporairement ledit réglage de base
25 des avances dans le sens d'une réduction de celles-ci au moins dans la zone de fonctionnement qui correspond aux couples les plus élevés, et ceci jusqu'à la disparition du signal de détonation, ledit réglage de base des avances étant caractérisé par le fait que l'avance à l'allumage
30 dudit cylindre donné est supérieure d'un certain angle aux avances à l'allumage des cylindres restants, et ceci au moins aux couples les plus élevés, la valeur de cet angle étant telle que, malgré les écarts entre les pouvoirs antidétonants demandés par les différents cylindres du moteur,
35 le phénomène de la détonation se présente avec la plus grande probabilité d'abord dans ledit cylindre donné, et non dans les autres cylindres.

2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, pour l'identification dudit point particulier

de fonctionnement du moteur, ledit circuit électronique reçoit des signaux provenant d'un premier capteur de régime de rotation, disposé à proximité d'une partie tournante du moteur de manière à pouvoir être excité par le passage de certains points diversifiés situés le long de la circonférence de ladite partie tournante, ledit circuit électronique recevant également des signaux provenant d'un second capteur de détection du couple fourni, ledit second capteur étant du type manométrique et sensible à la pression d'alimentation des cylindres du moteur.

3.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, pour l'identification dudit point particulier de fonctionnement du moteur, ledit circuit électronique reçoit des signaux provenant d'un premier capteur de régime de rotation, disposé à proximité d'une partie tournante du moteur de manière à pouvoir être excité par le passage de certains points diversifiés situés le long de la circonférence de ladite partie tournante, ledit circuit électronique recevant également des signaux provenant d'un second capteur sensible à la valeur de l'angle d'ouverture du papillon ou volet de dosage des gaz, étant donné que, pour certains régimes de rotation, le couple moteur fourni est fonction univoque de la valeur de cet angle.

4.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit capteur de détonation est du type inertiel et est sensible aux déformations élastiques des parois de la culasse à proximité dudit cylindre donné.

5.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit capteur de détonation est du type manométrique et est sensible à la pression régnant à l'intérieur dudit cylindre donné.

Fig.1

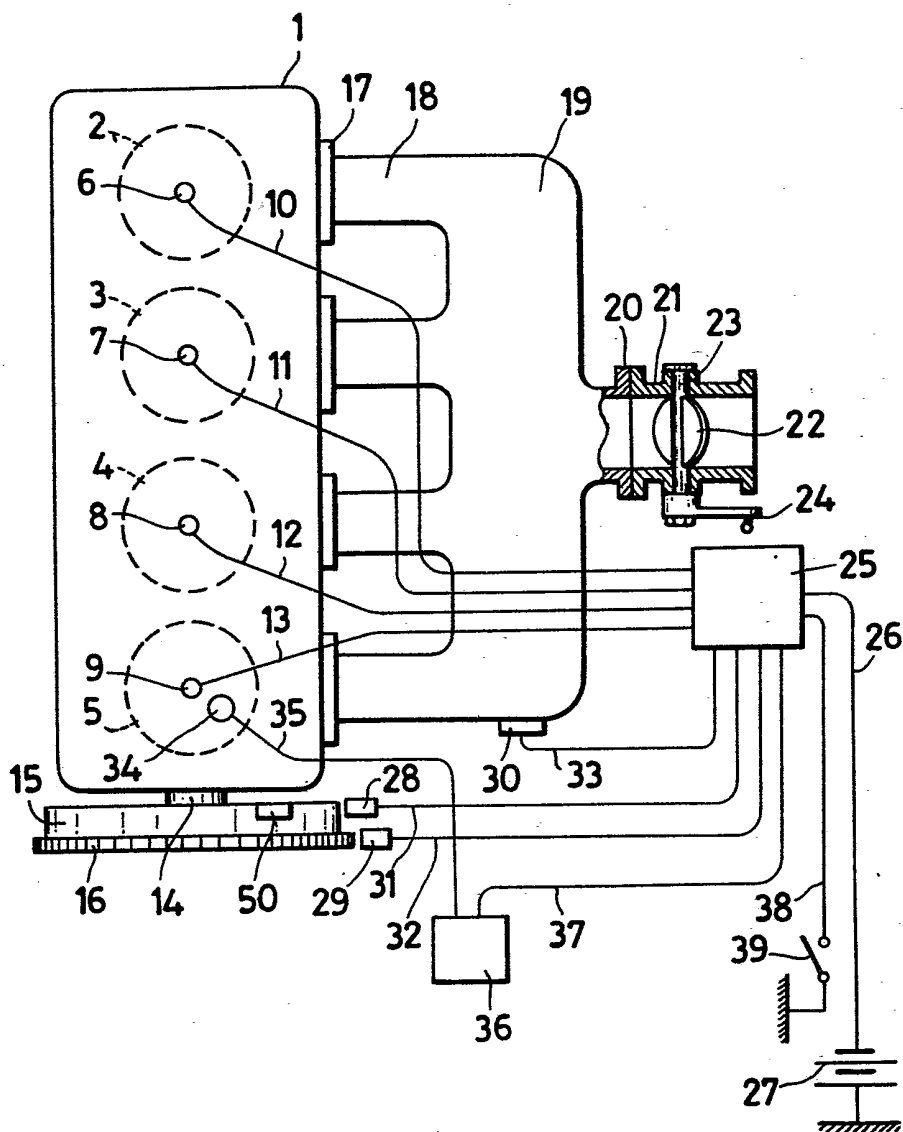


Fig.2