

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 864 839

②1 N° d'enregistrement national : 05 50043

⑤1 Int Cl⁷ : F 02 D 41/30, F 02 D 41/14

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 06.01.05.

③0 Priorité : 07.01.04 DE ---; 08.07.04 DE ----.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 08.07.05 Bulletin 05/27.

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) : ROBERT BOSCH GMBH Gesellschaft mit beschränkter Haftung — DE.

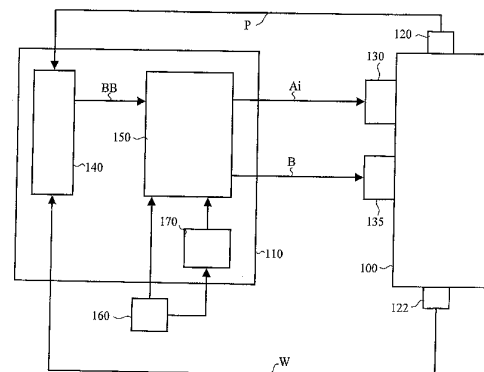
⑦2 Inventeur(s) : RAICHLÉ FRANZ, DAMITZ JENS, GERWING WOLFRAM, FEHRMANN RUEDIGER, FISCHER WOLFGANG, SCHUELER MATTHIAS, KESSLER MICHAEL et KRESS TOBIAS.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF DE GESTION D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

⑤7 Procédé et dispositif de gestion d'un moteur à combustion interne, selon lequel au moins un capteur saisit une première grandeur caractérisant la pression dans la chambre de combustion d'au moins un cylindre du moteur à combustion interne, et partant de cette première grandeur détermine une seconde grandeur caractérisant l'énergie libérée par cette combustion. En cas de dépassement d'un seuil par la seconde grandeur on reconnaît une troisième grandeur caractérisant l'opération de combustion.



FR 2 864 839 - A1



Domaine de l'invention

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de gestion d'un moteur à combustion interne, selon lequel au moins un capteur saisit une première grandeur caractérisant la pression dans la chambre de combustion d'au moins un cylindre du moteur à combustion interne, et partant de cette première grandeur détermine une seconde grandeur caractérisant l'énergie libérée par cette combustion.

Etat de la technique

Selon le document DE 101 59 017 on connaît un procédé et un dispositif de gestion (ou de commande) d'un moteur à combustion interne selon lequel au moins un capteur saisit une première grandeur caractérisant la pression dans la chambre de combustion d'au moins un cylindre. Partant de cette première grandeur, on détermine une seconde grandeur caractérisant le déroulement de la combustion dans la chambre de combustion concernée. Pour cela on détermine principalement la variation de la première grandeur et/ou d'une grandeur caractérisant l'évolution de combustion.

Dans le cas de moteurs diesel on divise l'injection dans la chambre de combustion en plusieurs injections partielles. Cela permet un plus grand degré de liberté pour optimiser les grandeurs cibles, à savoir la consommation, l'émission de matières polluantes et le confort. En outre, pour réaliser des systèmes de traitement aval des gaz d'échappement, les filtres à particules et les catalyseurs accumulateurs d'oxydes NO_x nécessitent d'autres injections partielles après l'injection principale. Pour réaliser un dosage précis du carburant en particulier dans le cas d'injections partielles il faut des mesures particulières.

But de l'invention

La présente invention a pour but de développer un procédé et un dispositif permettant un meilleur dosage du carburant.

Une grandeur d'influence importante de la combustion est le début de la combustion par rapport à la position du vilebrequin. Pour permettre une commande précise de cette grandeur il faut connaître aussi exactement que possible l'instant auquel débute la combustion.

Exposé et avantages de l'invention

A cet effet, l'invention concerne un procédé du type défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'en cas de dépassement d'un seuil par la seconde grandeur on reconnaît une troisième grandeur caractérisant l'opération de combustion.

L'invention concerne également un dispositif du type défini ci-dessus, caractérisé par des moyens qui, lors du dépassement d'un seuil par la seconde grandeur, reconnaissent une troisième grandeur caractérisant la combustion.

Ainsi, selon l'invention, partant d'une grandeur de mesure qui caractérise la pression dans la chambre de combustion d'au moins un cylindre on détermine une seconde grandeur caractérisant l'évolution thermique. En cas de dépassement d'un seuil pour la seconde grandeur, on reconnaît une troisième grandeur caractérisant l'évolution de combustion.

Selon l'invention, on détecte l'évolution de combustion par l'exploitation de certains signaux tels que par exemple la pression dans la chambre de combustion, celle fournie par un capteur de bruit organique ou par d'autres capteurs appropriés. Une grandeur pour saisir l'évolution de combustion est de préférence une seconde grandeur caractérisant l'énergie dégagée par la combustion notamment la chaleur dégagée. Il est particulièrement avantageux d'utiliser comme seconde grandeur correspondante, l'évolution thermique, l'évolution de combustion, l'évolution globale thermique et/ou l'évolution globale de combustion. Comme troisième grandeur caractérisant l'opération de combustion on considère notamment le début de la combustion, le centre de gravité de la conversion, la fin de la combustion.

Comme troisième grandeur caractérisant l'opération de combustion on définit l'instant ou la position angulaire du vilebrequin ou de l'arbre à cames pour laquelle l'évolution thermique, l'évolution de combustion, l'évolution globale thermique et/ou l'évolution globale de combustion dépassent un seuil. En variante ou en complément on peut également utiliser les intervalles entre les instants ou les positions angulaires comme grandeurs caractérisant la combustion. Il est particulièrement avantageux de définir une vitesse de conversion à partir de la

différence de deux troisièmes grandeurs. La vitesse de conversion caractérisant la vitesse de combustion se détermine à partir de deux instants ou de deux positions angulaires pour lesquelles on dépasse certains seuils.

5 On utilise de préférence comme seuil un pourcentage d'une valeur maximale de l'évolution thermique, de l'évolution de combustion, de l'évolution globale thermique et/ou de l'évolution globale de combustion pour une combustion appropriée. Cette solution a l'avantage de permettre une saisie précise même si le signal subit de fortes variations. Cela est notamment le cas pour la pression dans la chambre de combustion et/ou le bruit organique. Ce signal subit de très fortes variations. Par l'exploitation relative de ce signal ou en pré-définissant de manière relative le seuil par rapport au maximum on arrive à une exploitation garantie.

15 **Dessins**

La présente invention sera décrite ci-après à l'aide d'exemples de réalisation représentés dans les dessins annexés dans lesquels :

- 20 - la figure 1 est un schéma par blocs d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention,
- la figure 2 montre différents chronogrammes,
- la figure 3 montre un ordinogramme du procédé de l'invention.

Description des exemples de réalisation

25 La figure 1 montre le procédé selon l'invention à l'aide d'un schéma par blocs. Un moteur à combustion interne porte la référence 100. Ce moteur est équipé d'au moins un capteur de pression 120 et d'un capteur angulaire 122. Le capteur de pression 120 fournit un signal P caractérisant la pression dans au moins une chambre de combustion du moteur à combustion interne. Selon un premier développement, il n'est prévu qu'un capteur de pression installé sur un cylindre représentatif et caractérisant la pression régnant dans ce cylindre. Selon un second mode de réalisation, chaque cylindre du moteur à combustion interne est équipé d'un capteur de pression fournissant chacun un signal caractérisant la pression régnant dans la chambre de combustion du cylindre associé.

35

Le capteur angulaire 122 est monté de préférence sur le vilebrequin du moteur à combustion interne et fournit un signal angulaire W à forte résolution concernant la position angulaire du vilebrequin. En variante, le capteur angulaire peut également être installé sur l'arbre à cames du moteur à combustion interne.

En outre, le moteur à combustion interne comporte un premier actionneur 130 et un second actionneur 135. Les actionneurs et les capteurs sont reliés à une unité de commande 110.

Le signal P du capteur de pression 120 et le signal W du capteur angulaire 122 sont fournis à une unité d'exploitation 140 qui est de préférence une partie de l'unité de commande 110. L'unité d'exploitation 140 fournit un signal BB à une unité fonctionnelle 150. L'unité fonctionnelle sollicite elle-même le premier actionneur 130 avec une première grandeur de réglage A_i et le second actionneur 135 avec une seconde grandeur de réglage B. La première grandeur de réglage A_i est de préférence une grandeur de réglage individuelle par cylindre, prédéfinie individuellement pour chaque cylindre. La seconde grandeur de réglage B est une grandeur de réglage globale du moteur pour commander l'actionneur 135 qui commande une grandeur globale.

Les premières grandeurs de réglage A_i sont de préférence les durées de commande et/ou les débuts de commande d'une injection. Il est de préférence prévu de subdiviser une opération d'injection du cycle de travail en plusieurs injections partielles. Il s'agit ainsi pour la grandeur de réglage A_i , de la durée de commande et/ou du début de la commande d'au moins l'une des injections partielles. Comme injections partielles on prévoit habituellement au moins une injection principale, au moins une préinjection et au moins une post-injection. Le procédé selon l'invention est particulièrement avantageux pour l'injection principale et la pré-injection. En plus ou en variante, à la durée de commande et/ou au début de la commande on peut également prévoir l'évolution du taux d'injection pour les injections partielles. Il s'agit de l'évolution de la dose injectée en fonction du temps ou de l'unité angulaire.

Comme grandeur globale du moteur il y a notamment des grandeurs de réglage qui influencent la pression d'alimentation et/ou la

quantité d'air fournie au moteur à combustion interne comme par exemple le taux de réintroduction des gaz d'échappement et/ou la pression d'injection et/ou la pression de la rampe.

En outre, l'unité fonctionnelle 150 reçoit les signaux de sortie d'une autre unité fonctionnelle 170 traitant comme l'unité fonctionnelle 150, les signaux de sortie d'autres capteurs 160 également installés au niveau du moteur à combustion interne. L'autre unité fonctionnelle 170 peut être par exemple une unité de commande de réintroduction des gaz d'échappement ou de l'une des grandeurs globales de réglage évoquées ci-dessus.

De manière préférentielle, on saisit l'évolution de la pression dans tous les cylindres P_i , séparément par des capteurs de pression de chambre de combustion. Une variante consiste à équiper seulement un cylindre considéré comme représentatif avec un moyen de saisie de pression. Dans les deux cas on utilise comme grandeur de référence un signal angulaire W à forte résolution.

Les signaux de capteur, à savoir la pression P et l'angle W , sont appliqués à l'unité d'exploitation 140 qui fait, de manière caractéristique, partie de la commande de moteur. Sa fonction est la formation de grandeurs caractéristiques BB appelées dans la suite simplement « caractéristiques » et qui sont fournies de préférence comme grandeurs réelles à une régulation et/ou sont limitées à des valeurs autorisées par comparaison à un et/ou plusieurs seuils.

L'évolution thermique DQ caractérise la chaleur échangée par combustion avec le gaz actif par angle de vilebrequin. L'unité de l'évolution thermique est habituellement l'unité $[J/^\circ \text{ degré d'angle de vilebrequin } KW]$ correspondant à des rotations. L'évolution de combustion constitue une grandeur analogique. A la différence de l'évolution thermique, l'évolution de combustion englobe toutefois toute la chaleur dégagée pendant la combustion. Ainsi, l'évolution de combustion est supérieure à l'évolution thermique, d'une différence correspondant par unité angulaire à la chaleur s'échappant par les parois de la chambre de combustion.

Par application du premier principe de la thermodynamique on calcule l'évolution thermique et/ou l'évolution de combustion en

utilisant les données calorifiques du gaz combustible et du carburant ainsi que les données de la géométrie du moteur en appliquant certaines hypothèses de modèles concernant l'évolution de la pression dans les cylindres.

5 En fonction des définitions évoquées ci-dessus concernant l'évolution thermique, l'évolution globale thermique Q représente l'intégrale de l'évolution thermique DQ par angle de vilebrequin. L'évolution globale de combustion correspond à l'intégrale de l'évolution de combustion en fonction de l'angle du vilebrequin.

10 La figure 2 montre différents chronogrammes. La figure 2a montre le signal de commande A_i d'un cylindre et l'opération d'injection en fonction de la position angulaire W du vilebrequin. La figure 2b montre l'évolution thermique DQ en fonction de la position angulaire W ; la figure 3c montre l'évolution globale thermique Q également en fonction de la position angulaire W du vilebrequin.

15 Dans le mode de réalisation représenté on a montré une pré-injection et une injection principale. Le signal DQ caractérisant l'évolution thermique augmente après la pré-injection et à l'instant t_1 elle dépasse un certain seuil SW_1 . Après une nouvelle montée, le signal chute de nouveau. Une fois l'injection principale effectuée, le signal augmente également de nouveau et à l'instant t_2 il dépasse un second seuil SW_2 . Après un certain temps le signal atteint la valeur maximale MDQ et ensuite il chute de nouveau.

20 L'évolution globale thermique Q diminue tout d'abord lentement avant l'injection et ensuite elle augmente une fois la pré-injection réalisée à l'instant t_1 et cela jusqu'à l'instant t_2 .

25 Selon l'invention, l'instant t_2 auquel l'évolution thermique DQ dépasse le seuil SW_2 est appelé début de combustion de l'injection principale. L'instant t_1 auquel l'évolution thermique DQ dépasse le premier seuil SW_1 sera appelé début de combustion de la pré-injection.

30 Il est particulièrement avantageux que le seuil soit prédéfini comme une valeur relative par rapport à la valeur maximale MDQ de l'injection principale. Le seuil de la pré-injection est également prédéfini en relation avec la valeur maximale de la pré-injection.

35

L'évolution thermique est l'image de l'évolution de combustion ; la première montée est occasionnée par la combustion de la pré-injection. La seconde montée est occasionnée par la combustion de l'injection principale. Le procédé selon l'invention détermine le maximum MDQ de l'évolution thermique et forme un seuil qui correspond à un pourcentage du maximum. La position angulaire ou l'instant du seuil dans l'évolution thermique par rapport à un point de référence est défini comme début de la combustion. Comme point de référence on utilise habituellement le point mort haut du cylindre correspondant. De manière préférentielle on fixe le seuil pour que le début de la montée occasionnée par la combustion dans l'évolution globale thermique corresponde à cet instant. Cela est le cas si le seuil correspond à environ 50 % de la valeur maximale respective MDQ. Pour le début de la combustion de la pré-injection, selon un premier mode de réalisation on utilise la valeur maximale MDQ. Selon un second mode de réalisation, on utilise la valeur maximale que l'on atteint à la pré-injection.

La figure 3 montre un mode de réalisation possible du procédé de l'invention à l'aide d'un ordinogramme. Dans une première étape 300 on saisit une première grandeur à l'aide d'au moins un capteur, grandeur représentant la pression dans la chambre de combustion d'au moins un cylindre du moteur à combustion interne. Il s'agit ici de préférence d'un capteur saisissant la pression dans la chambre de combustion. En variante on peut également utiliser un capteur de bruit organique qui fournit un signal de bruit. Dans l'étape 310 suivante, partant de la grandeur saisie, on calcule l'évolution de température DQ. Dans l'étape suivante on définit la valeur de l'évolution thermique à son maximum. Cette valeur maximale MDQ se détermine chaque fois pour toutes les injections partielles ou toutes les injections partielles considérées. Cela se fait par exemple en différenciant le signal et en déterminant la position angulaire pour laquelle le signal différentié prend la valeur 0. Pour cette position angulaire ou à cet instant, on détermine alors la valeur de l'évolution thermique et on l'utilise comme valeur maximale MDQ.

Dans l'étape 330 suivante on détermine la valeur de seuil SW. Cela se fait de préférence en utilisant un certain pourcentage ou

une fraction de la valeur maximale MDQ comme seuil. Dans l'étape suivante 340 on met à 0 un compteur angulaire W. L'interrogation 330 suivant vérifie si l'évolution thermique pour la position angulaire W est supérieure ou égale au seuil SW. Si cela n'est pas le cas, dans l'étape 5 350 on augmente le compteur angulaire W d'une partie D et on effectue une nouvelle étape 350. Si cela est le cas, c'est-à-dire si la valeur de l'évolution thermique DQ pour la position angulaire W est égale au seuil, alors dans l'étape 370 on enregistre en mémoire la valeur angulaire comme valeur du début de combustion BB.

10 Il est prévu de préférence d'enregistrer l'évolution thermique en fonction de la position angulaire ; pour toute la combustion on détermine la valeur maximale DMQ et ensuite en application du procédé décrit ou d'un autre procédé par lequel on vérifie le dépassement du seuil concerné, on détermine le début de combustion BB. En variante, 15 on peut également calculer le seuil et l'utiliser pour déterminer le début de combustion selon les étapes de procédé 340-360 pour l'injection suivante dans les mêmes cylindres ou dans un cylindre suivant.

En variante à la position angulaire on peut également utiliser une grandeur temporelle.

20 Selon un autre développement du procédé de l'invention, à la place de l'évolution thermique ou de l'évolution de combustion, on exploite l'évolution globale thermique ou l'évolution globale de combustion. Selon ces formes de réalisation, on détermine des points de conversion relatifs comme ceux que l'on peut déterminer à partir de 25 l'évolution globale thermique et/ou de l'évolution globale de combustion. A la fois l'évolution globale thermique et l'évolution globale de combustion peuvent s'obtenir à partir de l'évolution de la pression de cylindre et/ou du bruit organique.

30 Selon une première étape on détermine une conversion dite de référence. Il s'agit de préférence de la valeur finale atteinte par l'évolution globale thermique ou l'évolution globale de combustion. Dans un premier exemple de réalisation, on considère la combustion globale. Selon un développement avantageux, on utilise comme conversion de 35 référence la conversion d'une combustion partielle. Dans ce cas on peut déterminer les grandeurs correspondantes des différentes combustions

partielles. Cela signifie qu'il est prévu de déterminer la conversion partielle seulement à partir d'une combustion partielle par exemple seulement la combustion principale et/ou de définir la conversion globale de toutes les combustions et l'utiliser comme conversion de référence.

5 Partant de cette conversion de référence, on prédéfinit ensuite les seuils qui correspondent à certains pourcentages de la conversion de référence. Cela signifie qu'à l'aide d'une conversion partielle définie en pourcentage on rapporte la position angulaire au point mort haut du piston pour chaque cylindre, position pour laquelle la combustion de cette fraction de la conversion globale a été libérée. Par des interventions individuelles par cylindre effectuées par une régulation agissant sur l'instant d'injection, la dose injectée et/ou d'autres grandeurs, on règle cette position angulaire sur une position angulaire de consigne.

10

15 Il s'est avéré comme particulièrement avantageux que la position angulaire AQ03 soit obtenue pour une conversion de référence de 3 % ou que la position angulaire AQ05 soit obtenue pour une conversion de référence de 5 % et que l'on utilise ces positions angulaires comme caractéristiques pour décrire le début de la combustion ou de la combustion partielle. La position angulaire AQ30 pour laquelle on atteint 30 % de la conversion de référence est utilisée comme caractéristique de la phase antérieure de combustion. La position angulaire AQ50 pour laquelle on atteint 50 % de la conversion de référence s'utilise de préférence pour décrire le centre de gravité de la conversion. Le centre de gravité de la conversion a une influence essentielle sur les émissions d'oxydes d'azote et sur la consommation de carburant. On peut diminuer significativement les émissions d'oxydes d'azote si on règle ce centre de gravité de conversion, c'est-à-dire la position angulaire AQ50, sur des valeurs de consigne appropriées. En variante, cette prédéfinition de valeurs de consigne peut également être définie par un bon compromis entre la consommation et les émissions polluantes. La position angulaire AQ80 pour laquelle on atteint 80 % de la conversion de référence sert de fin de combustion. Cette caractéristique représente notamment l'action de la combustion sur la température des gaz d'échappement.

20

25

30

Selon l'invention, on règle au moins une, plusieurs ou toutes ces grandeurs sur des valeurs de consigne appropriées.

Il est particulièrement avantageux d'utiliser les caractéristiques combinées comme valeurs de consigne pour la régulation. Une caractéristique particulièrement avantageuse est la vitesse dite de conversion qui se détermine à partir de la différence de deux points de conversion, c'est-à-dire que l'on détermine l'écart entre le moment où l'on atteint la première position angulaire et celui où on atteint la seconde position angulaire et on applique cet écart comme valeur réelle à une régulation. L'écart ou intervalle se détermine de préférence comme différence d'angle ou comme différence de temps.

Il est particulièrement avantageux de déterminer la différence entre la position angulaire AQ80 et la position angulaire AQ50. Cette grandeur décrit essentiellement la vitesse de combustion dans la phase de combustion tardive. Celle-ci peut être influencée à son tour par des actions sur la quantité de gaz d'échappement réintroduite, le point d'injection, c'est-à-dire le début de l'injection et/ou la pression d'alimentation servant de grandeurs de réglage. La vitesse de conversion entre la position angulaire AQ80 et la position angulaire AQ05 donne une vitesse de conversion moyenne pour l'ensemble de la combustion.

Pour déterminer la vitesse de conversion pour une phase antérieure de la combustion on utilise avantageusement la différence des positions angulaires AQ30 et AQ5. De façon correspondante, on détermine la conversion vers la fin de la combustion par la différence de préférence des positions angulaires AQ80 et AQ50.

Le procédé consistant à utiliser pour la régulation des points de conversion en pourcentage, déterminés à partir de l'évolution thermique ou de l'évolution de combustion, ou de l'évolution globale thermique ou de l'évolution globale de combustion, a l'avantage de saisir directement l'effet physique de la combustion, et de réguler en conséquence quantitativement de manière physique l'évolution de combustion. Les données d'application pour les valeurs de consigne pour les régulations peuvent être interprétées de manière physique et se transposer facilement d'un moteur à l'autre.

Les caractéristiques ainsi obtenues telles que par exemple le début de la combustion BB sont fournies de préférence comme valeurs réelles à une régulation qui assure la régulation sur une valeur de consigne souhaitée par prédéfinition de grandeurs de réglage appropriées. La valeur de consigne est prévue indépendamment des différents
5 paramètres de fonctionnement.

En complément ou en variante on peut également utiliser le début de la combustion pour délimiter différentes injections. C'est ainsi que l'on peut prévoir de déterminer les instants auxquels commence une injection ou combustion. A partir de cet instant, et partant
10 du signal de pression dans la chambre de combustion, on détermine une grandeur caractérisant la quantité de carburant à injecter. Ce calcul se termine par le début d'injection partielle suivante. Le calcul se fait de préférence en formant la différence de deux valeurs qui ont été
15 obtenues au début de la combustion de deux injections partielles.

REVENDEICATIONS

1°) Procédé de gestion d'un moteur à combustion interne, selon lequel au moins un capteur saisit une première grandeur caractérisant la pression dans la chambre de combustion d'au moins un cylindre du moteur à combustion interne, et partant de cette première grandeur détermine une seconde grandeur caractérisant l'énergie libérée par cette combustion,
5 caractérisé en ce qu'
en cas de dépassement d'un seuil par la seconde grandeur on reconnaît
10 une troisième grandeur caractérisant l'opération de combustion.

2°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la seconde grandeur est l'évolution thermique et/ou l'évolution de combustion.
15

3°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la seconde grandeur est l'évolution globale thermique et/ou l'évolution globale de combustion.
20

4°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
le seuil dépend de la valeur maximale de la seconde grandeur.
25

5°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'
on détermine une vitesse de conversion en partant de la différence de deux troisièmes grandeurs.
30

6°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la troisième grandeur est appliquée comme valeur réelle à une régulation.
35

7°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la troisième grandeur sert à délimiter différentes injections.

5 8°) Dispositif de commande d'un moteur à combustion interne selon
lequel au moins un capteur saisit une première grandeur caractérisant
la pression dans la chambre de combustion d'au moins un cylindre du
moteur à combustion interne, avec des moyens qui déterminent à partir
de la première grandeur, une seconde grandeur qui caractérise l'énergie
10 libérée par la combustion,
caractérisé par
des moyens qui, lors du dépassement d'un seuil par la seconde gran-
deur, reconnaissent une troisième grandeur caractérisant la combus-
tion.

15

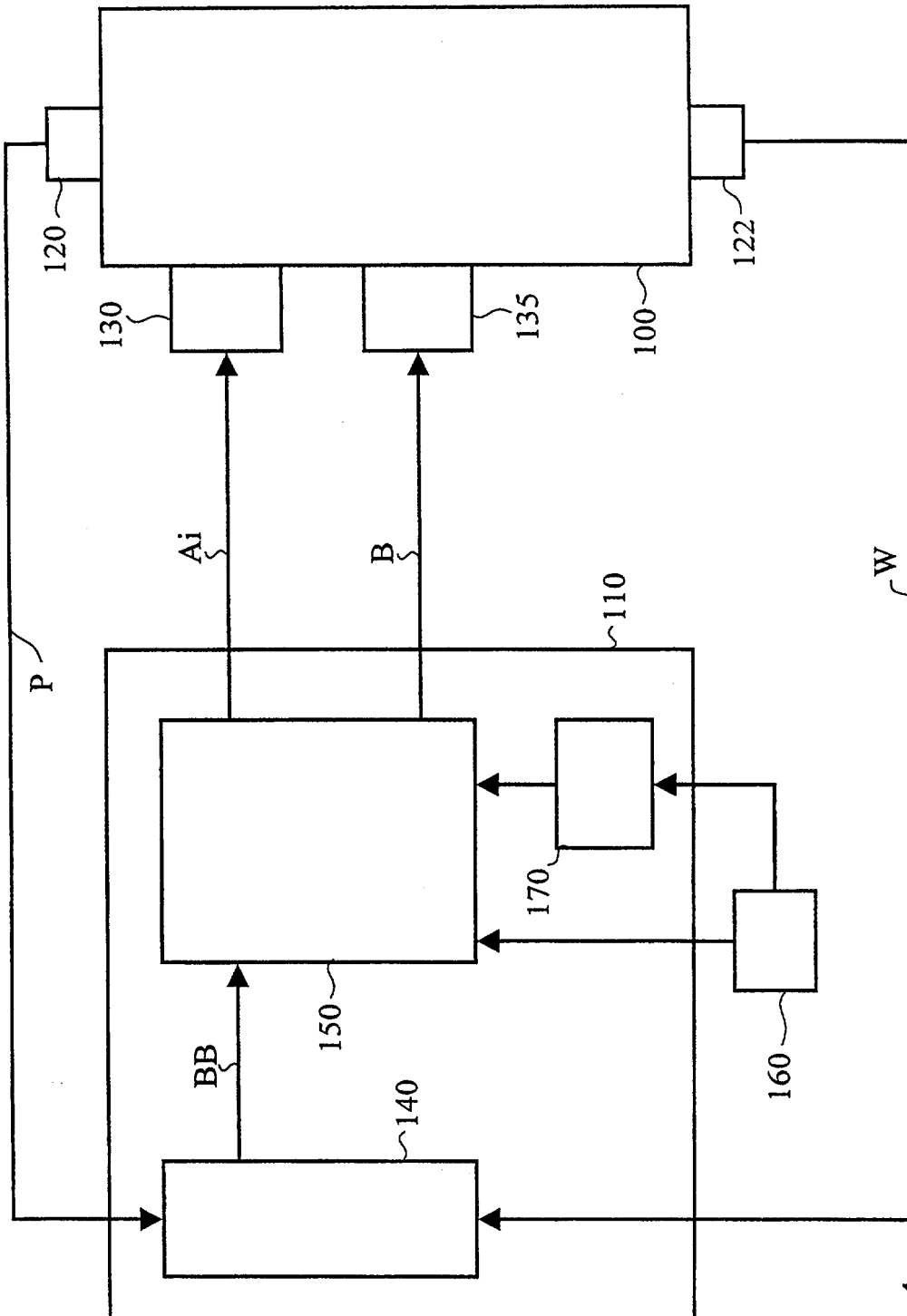


Fig. 1

2/3

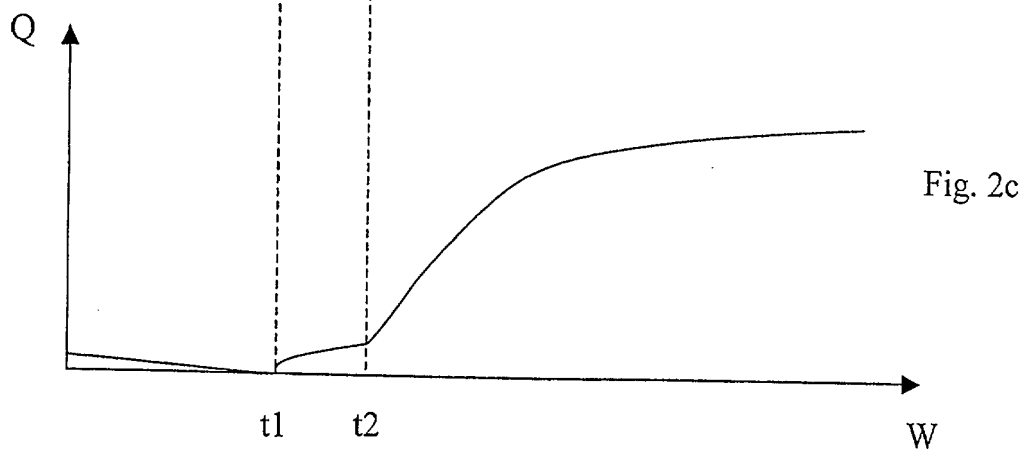
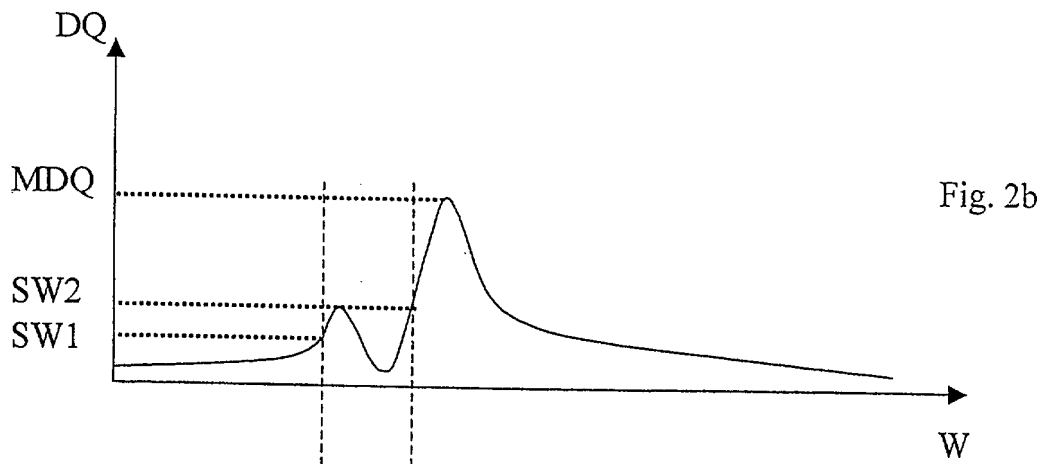
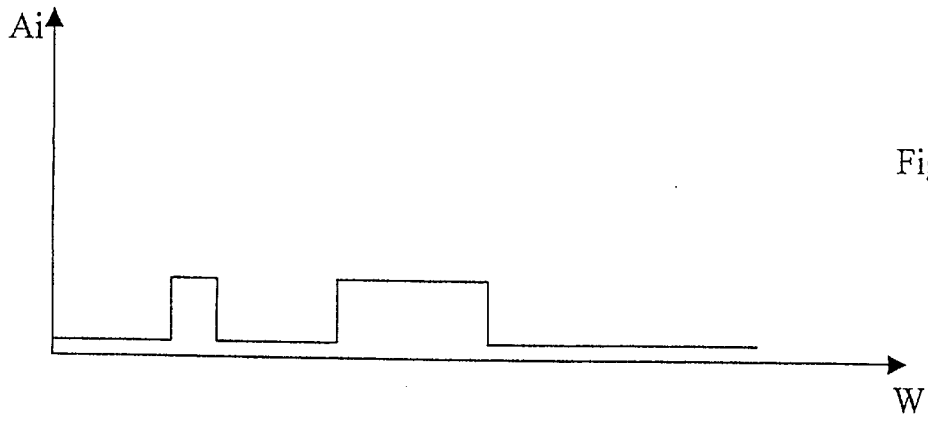


Fig. 2

3/3

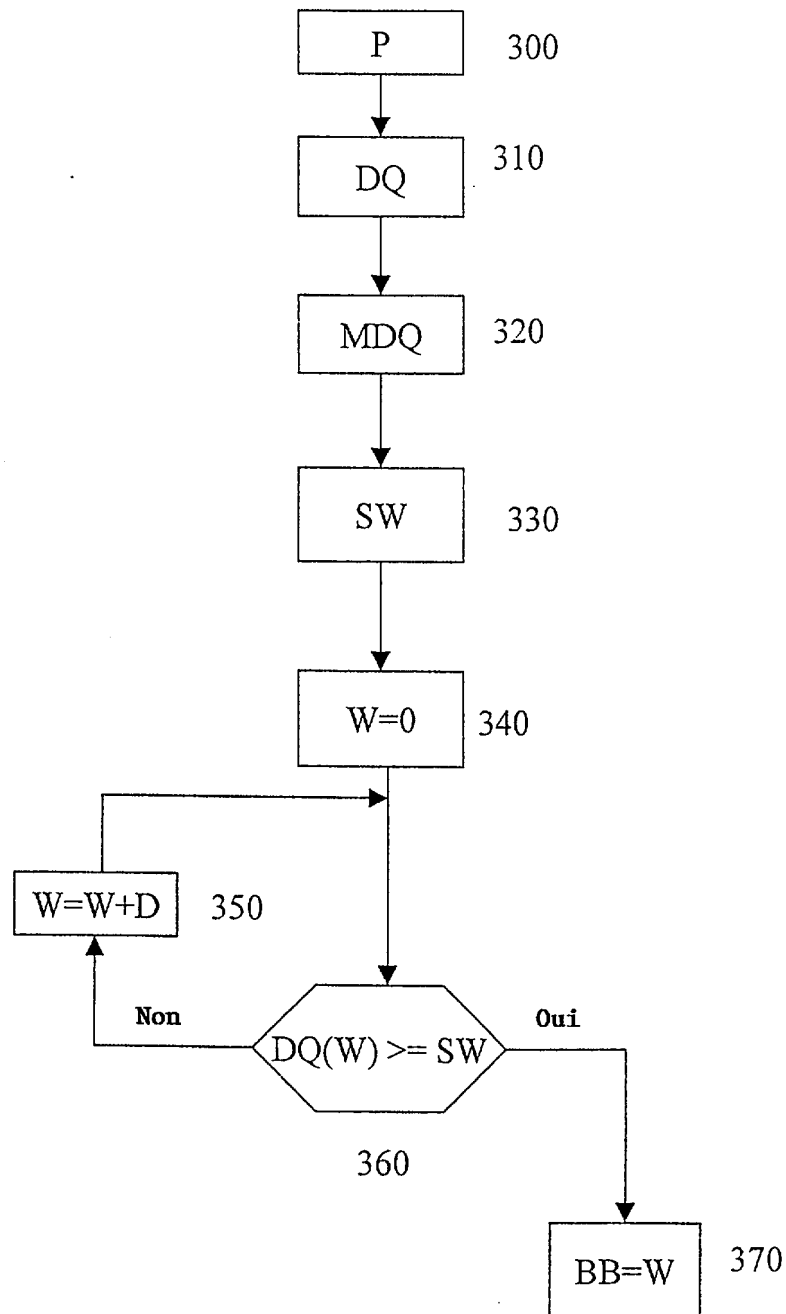


Fig. 3