



(11)

EP 2 039 813 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
25.03.2009 Bulletin 2009/13

(51) Int Cl.:  
**C30B 30/00** (2006.01)  
**F02F 1/02** (2006.01)  
**F02F 3/16** (2006.01)

**F01P 9/00** (2006.01)  
**F02F 3/16** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 08163462.8

(22) Date de dépôt: 02.09.2008

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT**  
**RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA MK RS**

(30) Priorité: 19.09.2007 FR 0757662

(71) Demandeur: **PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA**  
78140 Vélizy Villacoublay (FR)

(72) Inventeur: **Zimmermann, Jean-Bruno**  
78280 Guyancourt (FR)

(74) Mandataire: **Ménès, Catherine**  
**Peugeot Citroën Automobiles SA**  
**Propriété Industrielle (LG081)**  
**18, rue des Fauvelles**  
**92250 La Garenne Colombes (FR)**

(54) **Moteur thermique et procédé de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion**

(57) Le domaine général de l'invention est celui des motorisations thermiques. Le dispositif comprend au moins un élément mécanique et une unité de commande, l'élément mécanique comportant une paroi faisant partie de la chambre de combustion **caractérisé en ce que** la paroi de l'élément mécanique est constituée d'un matériau dont la conductivité thermique est pilotée de manière

cyclique en phase avec les phases des cycles du moteur par application d'un champ électrique, le champ électrique étant piloté par l'unité de commande du moteur.

L'invention propose un moteur thermique dont le rendement et la fiabilité peuvent être améliorés par optimisation des échanges thermiques se déroulant pendant les cycles de fonctionnement.

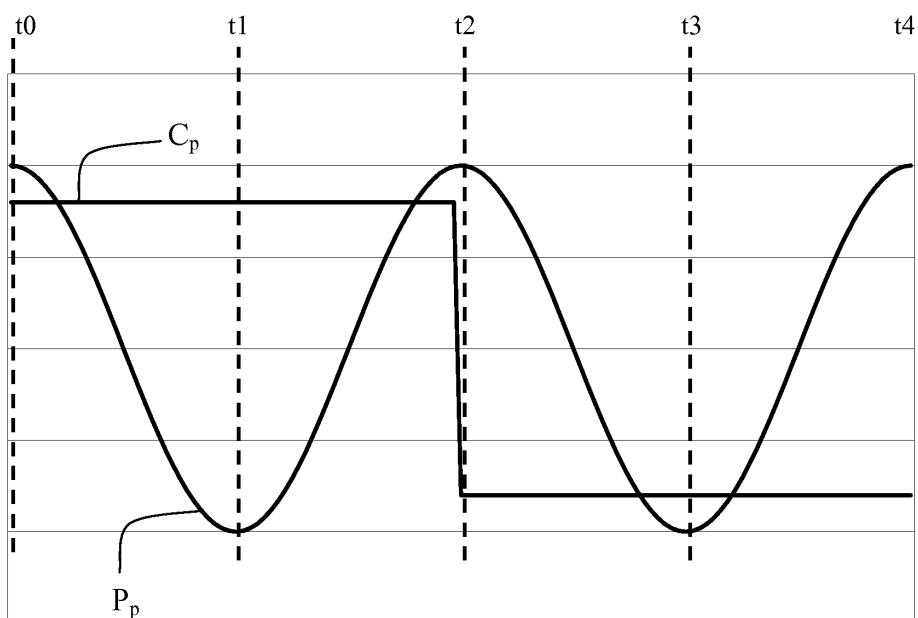


FIG. 1

## Description

**[0001]** Le domaine de l'invention est celui des véhicules terrestres, marins ou aériens comprenant un moteur thermique à haut rendement. L'optimisation du rendement du moteur thermique est un problème important compte tenu du coût montant de l'énergie et des problèmes de pollution. La consommation du véhicule devient alors aujourd'hui un critère d'achat de premier rang auprès des consommateurs et finalement une problématique majeure pour les constructeurs automobiles.

**[0002]** Le rendement du moteur thermique est en partie lié aux échanges thermiques entre le mélange gazeux en combustion et les parois de la chambre de combustion. Le mélange gazeux est un mélange carburé et peut être de tout type de carburant : essence, diesel, gaz, biocarburant par exemple. Dans un cycle moteur les échanges thermiques varient tout au long de ce cycle, que ce soit en intensité ou en direction, le sens d'échange restant toujours conforme à la physique, c'est-à-dire des corps chauds vers les corps froids. Par exemple, lors des phases d'admission et de compression, l'échange s'effectue dans le sens du cylindre vers les gaz et, lors des phases de combustion et d'échappement, dans le sens des gaz vers les parois de la chambre de combustion. Deux types de comportement de la chambre de combustion peuvent être désirés par le motoriste. Lors de la phase d'admission et de compression, le but peut être d'obtenir des échanges thermiques les plus forts possibles avec le liquide caloporteur, pour assurer une élévation minimale de la charge en air et en mélange carburé. Lors de la phase de combustion et d'échappement, le but est d'obtenir le moins d'échanges thermiques avec l'extérieur de la chambre de combustion afin de conserver le maximum d'énergie dégagée lors de la combustion pour la convertir en travail. Ces échanges thermiques avec les parois constituent une perte d'énergie qui pourrait être utilisée pour générer du travail moteur.

**[0003]** Le brevet dont le numéro de publication est JP11236636 décrit un matériau qui pourrait être utilisé dans un moteur automobile et dont la conductivité thermique change en corrélation avec le changement de température. Le brevet propose un concept de moteur utilisant un matériau à conductivité variable en fonction de la température pouvant servir à protéger les pièces sensibles à une température élevée. Dans ce dernier concept d'invention, la variation de conductivité n'est pas pilotable et le dispositif subit donc toujours les échanges thermiques. Dans certains cas, ces variations sont préjudiciables au rendement.

**[0004]** Plus précisément, la présente invention a pour objet un moteur thermique comprenant plusieurs chambres de combustion, délimitées chacune par les parois d'une pluralité d'éléments, caractérisé en ce que, au moins l'une des dites parois, est constituée par un matériau, dont la conductivité thermique  $C_p$  varie, par application d'un champ électrique piloté par une unité de commande du moteur.

**[0005]** La conductivité thermique  $C_p$  peut varier de manière cyclique en phase avec les phases des cycles du moteur. Le principe peut s'appliquer localement à un seul de ces éléments ou à ceux d'une partie spécifique de la chambre de combustion ou même à l'ensemble des éléments constituant la chambre de combustion. Le principe de base est lié au fait physique que, généralement la conductivité thermique va de pair avec la conductivité électrique. Par exemple, les métaux bons conducteurs d'électricité sont aussi de bons conducteurs thermiques. Le type de matériau à conductivité variable utilisé pour la présente invention est de type de ceux décrits dans les demandes de brevet W02005124790 et W08807224. Le procédé de l'invention peut utiliser tout type de matériau dont les caractéristiques de tenue thermomécaniques sont compatibles avec les contraintes propres aux chambres de combustion, mais dont la conductivité thermique est pilotable.

**[0006]** Le premier brevet décrit un matériau pour lequel la conductivité thermique peut varier par l'application d'un champ électrique. Ce champ électrique extérieur a pour effet d'orienter les dipolaires électriques ou d'exciter le mode de vibration des photons de façon à favoriser la conductivité thermique, ou à l'inverse de limiter les échanges thermiques. Il s'agit dans le brevet en question d'un matériau composite contenant une résine d'éléments réagissant aux champs extérieur.

**[0007]** Le deuxième brevet décrit un matériau dont la conductivité électrique varie par exposition à la lumière ou à la chaleur. Cette action implique un changement de structure au sein du matériau modifiant ses propriétés de conductivité.

**[0008]** Dans un mode de mise en oeuvre, le moteur thermique comprend plusieurs chambres de combustion, délimitées chacune par les parois d'une pluralité d'éléments, caractérisé en ce que, au moins l'une des dites parois, est constituée par un matériau, dont la conductivité thermique  $C_p$  varie, par application d'un champ électrique piloté par une unité de commande du moteur, ce champ électrique étant distinct d'une paroi à l'autre. Par exemple, il est possible d'autoriser un échange thermique maximal au niveau des parois du cylindre et à la fois de limiter les échanges au niveau des soupapes d'admission pour optimiser la préparation du mélange lors de l'injection sur ces soupapes chaudes.

**[0009]** La présente invention concerne également le procédé de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion dudit dispositif. A titre d'exemple non limitatif, il peut s'agir d'un moteur à explosion à quatre temps dont le cycle est divisé en quatre phases : l'admission d'air par l'ouverture de la soupape d'admission et la descente du piston, la compression de l'air par remontée du piston et la fermeture de la soupape, la combustion du mélange gazeux qui repousse le piston et libère une partie de l'énergie, et l'échappement des gaz brûlés par l'ouverture de la soupape d'échappement et la remontée du piston. Le procédé de pilotage consiste donc à faire varier de manière cyclique en phase avec

ces quatre phases du moteur la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion. Plusieurs types de stratégie peuvent être ainsi appliqués en fonction des effets recherchés.

**[0010]** Une première stratégie de pilotage peut être, dans le cas où on cherche à optimiser le rendement et limiter la transmission d'énergie aux gaz caloporteurs, de limiter les échanges thermiques lors de la phase de combustion et, dans le cas où on cherche à garder un maximum d'enthalpie pour faire fonctionner le système de suralimentation, de limiter les échanges thermiques lors de la phase d'échappement. Pour rappel, la suralimentation consiste à introduire de l'air dans le cylindre à une pression supérieure à la pression atmosphérique afin d'optimiser le rendement du moteur. Dans le cas où on cherche à diminuer le réchauffage des gaz frais et limiter le risque de cliquetis, on pilote la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion de manière à favoriser les échanges thermiques lors des phases d'admission et de compression. Pour rappel, le cliquetis est un phénomène de micro-explosions indésirables pouvant apparaître et endommager le moteur lors de la combustion. Il s'agit d'un comportement que les motoristes cherchent à éviter. Les raisons de leur apparition peuvent être une température trop élevée du mélange gazeux lors de l'admission ou bien la présence de points chauds à l'intérieur de la chambre de combustion. Cette stratégie n'est pas limitative à un type de moteur particulier et est applicable aux moteurs à allumage commandé ainsi que pour les moteurs diesels, dont le mélange gazeux s'enflamme spontanément.

**[0011]** Une deuxième stratégie de pilotage est cette fois de limiter les échanges lors des phases de compression et de combustion et au contraire de les favoriser lors des phases d'admission et d'échappement. Limiter les échanges, lors de la phase de compression en réduisant les pertes thermodynamiques liées à la diminution de température des gaz, permet d'obtenir la température la plus élevée en fin de compression ce qui est avantageux pour les combustions de type auto-inflammation des mélanges carburés essence ou diesel et, lors de la phase de combustion permet d'augmenter le rendement. A l'opposé favoriser les échanges lors de la phase d'admission permet d'optimiser le remplissage en air le plus frais possible et, de ne pas conserver de l'enthalpie lors de l'échappement.

**[0012]** Une troisième stratégie de pilotage de la conductivité thermique similaire à la précédente consiste dans la phase de combustion alors que la conductivité thermique est minimale à autoriser des échanges thermiques maximum à un moment spécifique, moment qui dépend du moteur et du déroulement de la combustion. Le but de la manœuvre étant de limiter les risques d'apparition de phénomène de cliquetis dû à une température de chambre de combustion trop élevée.

**[0013]** Cette invention permet de ne plus subir totalement les transferts thermiques se déroulant dans un cycle moteur. Avantageusement, le pilotage de la conduc-

tivité thermique des parois de la chambre de combustion optimise le rendement du moteur en évitant les transferts thermiques lors des phases où l'énergie de combustion doit être transformée en travail. Pour l'utilisateur cela se traduit par un gain en consommation du véhicule. Un autre atout important pour le motoriste est la possibilité de gagner sur la limite cliquetis en pilotant les montées de température. La limite cliquetis est généralement un facteur limitant pour les concepteurs de moteur. En effet, pour un moteur donné, le taux de compression ne peut être augmenté indéfiniment. L'invention permet aussi d'améliorer le contrôle de la combustion et ainsi d'allonger la durée de vie du moteur en évitant l'apparition de ce phénomène. En pilotant la conductivité thermique au maximum pour les composants sensibles, on les protège des trop fortes températures lorsque le moteur est chaud et à l'inverse, en limitant la conductivité thermique on optimise la montée en température du moteur et du catalyseur lorsque le moteur est encore froid.

**[0014]** L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

La figure 1 représente un premier procédé de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion du moteur.  
La figure 2 représente un second procédé de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion du moteur.  
La figure 3 représente un troisième procédé de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion du moteur.

**[0015]** Les figures 1, 2, 3 et 4 représentent l'évolution de la position du piston  $P_p$  et celle de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion  $C_p$  d'un moteur thermique à quatre temps. A titre d'exemple non limitatif, l'ensemble des parois des éléments formant la chambre de combustion est constitué d'un matériau dont la conductivité thermique est pilotée par l'unité de commande par application d'un champ électrique. Ce matériau est du type de ceux décrits dans les brevets de la description de l'invention. Les fenêtres graphiques des figures 1, 2, 3 et 4 décrivent sur un cycle du moteur le déplacement du piston  $P_p$  et le pilotage de la conductivité thermique des parois au cours des quatre phases du cycle moteur. Les quatre phases du moteur, l'admission, la compression, la combustion et l'échappement, sont délimitées sur les graphiques par les droites verticales en pointillées. La phase t0 à t1 représente la phase d'admission. A t0 le piston est en position haute et évolue par un mouvement descendant jusqu'à t1 où il atteint sa position basse. Durant cette phase les soupapes d'admission sont en position ouverte permettant à l'air de rentrer. La phase t1 à t2 représente la phase de compression. A t1, le piston est en position basse et évolue par un mouvement ascendant jusqu'à t2 où il atteint sa position hau-

te. Durant cette phase le mélange gazeux est comprimé. La phase t<sub>2</sub> à t<sub>3</sub> représente la phase de combustion. A t<sub>2</sub> le piston est en position haute et évolue par un mouvement descendant jusqu'à t<sub>3</sub> où il atteint sa position basse. Le mélange gazeux est enflammé, soit de type commandé, soit de type auto-enflammé selon le moteur. Le piston est alors repoussé vers le bas. Il s'agit de la phase où l'énergie thermique est transformée en énergie de travail. La phase t<sub>3</sub> à t<sub>4</sub> est la phase d'échappement. A t<sub>3</sub> le piston est en position basse et évolue par un mouvement ascendant vers sa position haute. Le mélange gazeux brûlé est évacué par l'ouverture des soupapes vers le conduit d'échappement. L'évolution temporelle de la position du piston P<sub>p</sub> est une courbe sinusoïdale. Le pilotage de la conductivité thermique des parois des éléments constituant la chambre de combustion du moteur C<sub>p</sub> est tel que la conductivité thermique des parois des éléments constituant la chambre de combustion du moteur comporte des valeurs constantes hautes et des valeurs constantes basses, de façon que la variation temporelle de la conductivité thermique soit une succession de créneaux.

**[0016]** La figure 1 décrit un premier procédé de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion du moteur. La conductivité thermique des parois des éléments constituant la chambre de combustion C<sub>p</sub> est pilotée sur une période de cycle du moteur de façon à ce que :

- Durant la phase d'admission, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de compression, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.

**[0017]** Ce procédé de pilotage permet de limiter l'élévation en température de la charge entrante dans le moteur lors de l'admission et de la compression, ce qui diminue le risque de cliquetis. Lors de la détente et l'échappement la conductivité thermique est minimale afin d'augmenter le rendement de la transformation d'énergie thermique en énergie de travail.

**[0018]** La figure 2 décrit un deuxième procédé de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion du moteur. La conductivité thermique des parois des éléments constituant la chambre de combustion est pilotée sur une période de cycle du moteur de la manière suivante :

- Durant la phase d'admission, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de compression, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.

- Durant la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.

**[0019]** Le procédé de pilotage de la figure 2 est avantageux pour les moteurs à combustion de type auto-enflammé. Lors de la phase de compression, la conductivité thermique est minimale pour obtenir la compression la plus isentropique possible. Lors des phases d'admission et d'échappement, le pilotage de la conductivité thermique permet d'optimiser le remplissage en air frais et de dégager des gaz à une température moins nocive par exemple pour le collecteur ou le catalyseur.

**[0020]** La figure 3 décrit un troisième procédé de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion du moteur. La conductivité thermique des parois des éléments constituant la chambre de combustion est pilotée sur une période de cycle du moteur de la manière suivante :

- Durant la phase d'admission, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de compression, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant la première moitié de temps de la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant la deuxième moitié de temps de la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.

**[0021]** Le procédé de la figure 3 de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion est géré de manière à ce qu'à un moment donné de la phase de combustion, la conductivité thermique, égale à la valeur basse avant ce moment, devient haute afin de limiter l'apparition de phénomènes de cliquetis. L'invention offre la possibilité d'ajuster la montée en température de la chambre de combustion en fonction des caractéristiques du moteur. Il est alors possible de se rapprocher des limites cliquetis en agissant sur les capacités du moteur à limiter ou favoriser les échanges thermiques avec l'extérieur.

**[0022]** La figure 4 décrit un quatrième procédé de pilotage de la conductivité thermique des parois de la chambre de combustion du moteur. La conductivité thermique des parois des éléments constituant la chambre de combustion est pilotée sur une période de cycle du moteur de la manière suivante :

- Durant la phase d'admission, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de compression, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant environ la première moitié de temps de la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.

- Durant environ la deuxième moitié de temps de la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant environ les deux tiers de la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant environ le dernier tiers de la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.

5

**[0023]** Il est possible d'appliquer le matériau à conductivité thermique variable sur une partie des éléments de la chambre de combustion ou à l'ensemble de la chambre de combustion. Ainsi il est envisageable d'agir sur la conductivité thermique spécifiquement à des endroits précis de la chambre de combustion. Plus généralement, l'invention peut s'appliquer à tout type de moteur thermique, moteur essence, diesel ou biocarburant par exemple. Le pilotage de la conductivité est alors configurable en fonction de l'effet recherché.

15

20

### Revendications

1. Moteur thermique comprenant plusieurs chambres de combustion, délimitées chacune par les parois d'une pluralité d'éléments, **caractérisé en ce que**, au moins l'une des dites parois, est constituée par un matériau, dont la conductivité thermique  $C_p$  varie, par application d'un champ électrique piloté par une unité de commande du moteur.
2. Moteur thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les parois de plusieurs éléments, sont constituées par un matériau, dont la conductivité thermique  $C_p$  varie, par application d'un champ électrique piloté par une unité de commande du moteur, ce champ électrique étant distinct d'une paroi à l'autre.
3. Moteur thermique selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la conductivité thermique  $C_p$  d'une paroi varie entre une valeur constante haute et une valeur constante basse, de façon que la variation temporelle de la conductivité thermique de la paroi soit une succession de crêtes et de vagues.
4. Moteur thermique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le moteur est un moteur à explosion à quatre temps comprenant une phase d'admission, une phase de compression, une phase de combustion et une phase d'échappement.
5. Procédé de pilotage de la conductivité thermique du moteur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la conductivité thermique  $C_p$  d'au moins une paroi est pilotée sur une période de cycle du moteur de façon que :

25

35

40

45

50

55

- Durant la phase d'admission, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de compression, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.

6. Procédé de pilotage de la conductivité thermique du dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la conductivité thermique  $C_p$  d'au moins une paroi est pilotée sur une période de cycle du moteur de façon que :

- Durant la phase d'admission, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de compression, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.

7. Procédé de pilotage de la conductivité thermique du dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la conductivité thermique  $C_p$  d'au moins une paroi est pilotée sur une période de cycle du moteur de façon que :

- Durant la phase d'admission, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de compression, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant environ la première moitié de temps de la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant environ la deuxième moitié de temps de la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.

8. Procédé de pilotage de la conductivité thermique du dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la conductivité thermique  $C_p$  d'au moins une paroi est pilotée sur une période de cycle du moteur de façon que :

- Durant la phase d'admission, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant la phase de compression, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant environ la première moitié de temps de la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur basse.
- Durant environ la deuxième moitié de temps de la phase de combustion, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.

mique est égale à la valeur haute.

- Durant environ les deux tiers de la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur haute.
- Durant environ le dernier tiers de la phase d'échappement, la conductivité thermique est égale à la valeur basse. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

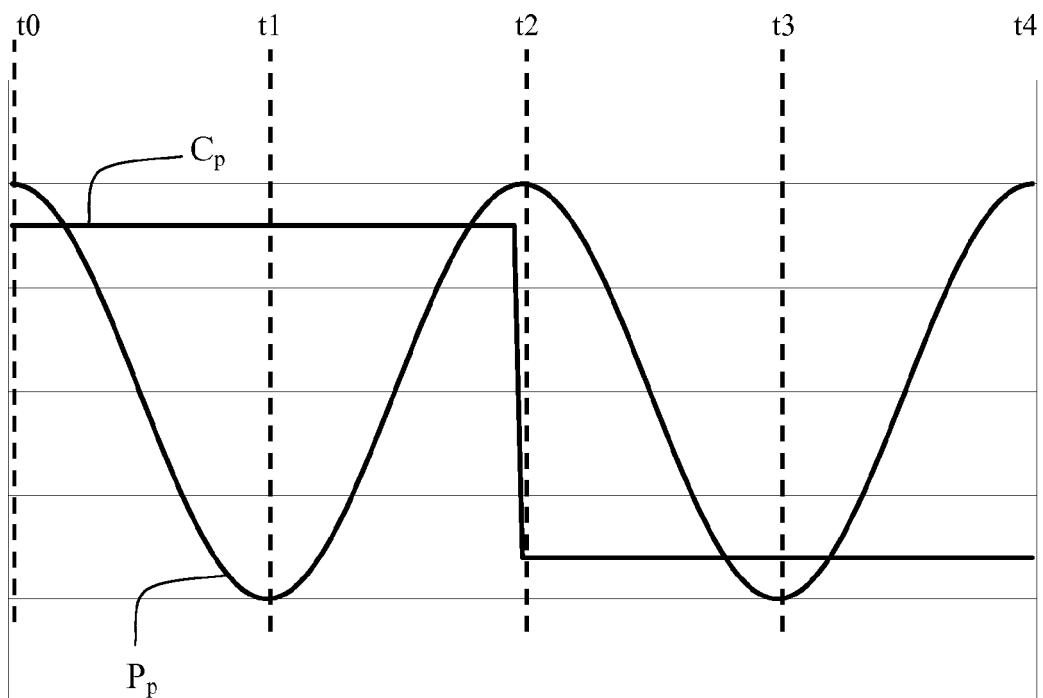


FIG. 1

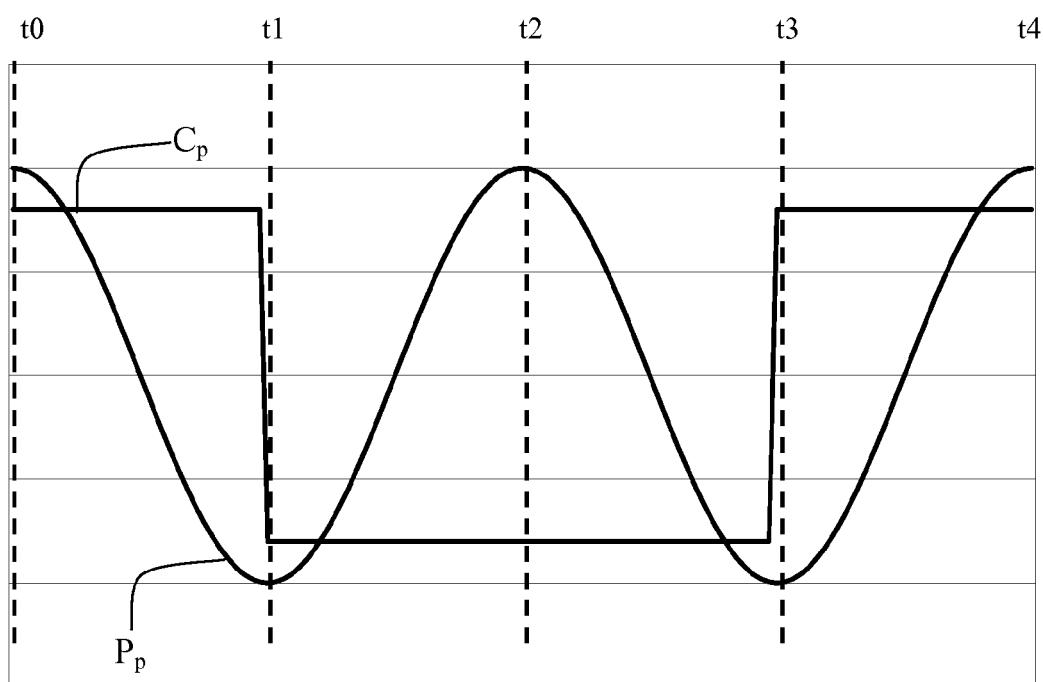


FIG. 2

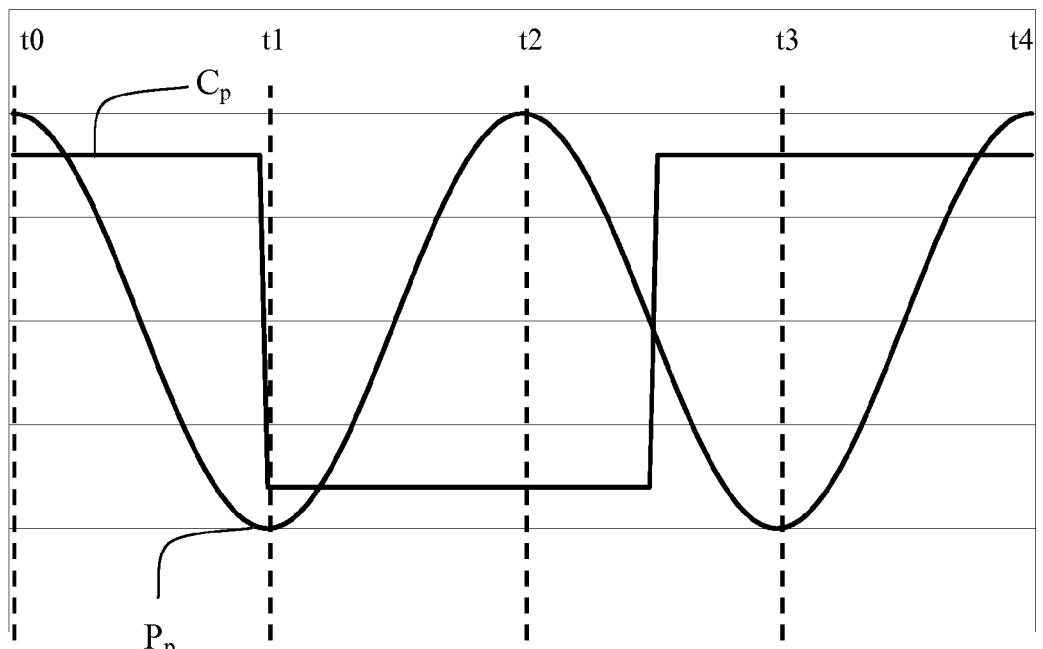


FIG. 3

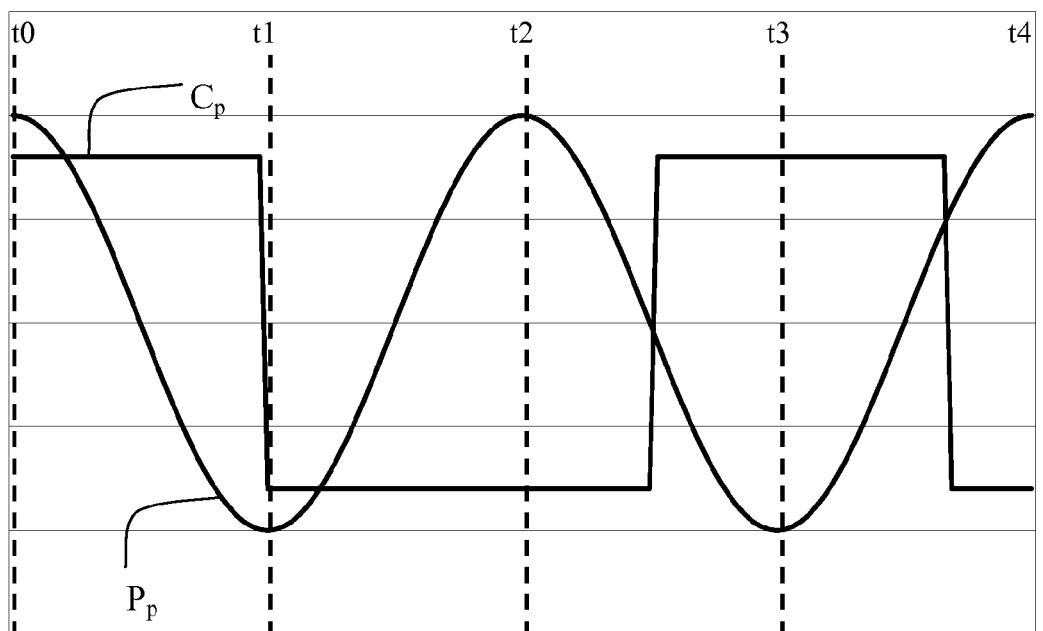


FIG. 4



Office européen  
des brevets

**RAPPORT PARTIEL  
DE RECHERCHE EUROPEENNE**

qui selon la règle 63 de la Convention sur le brevet  
européen est considéré, aux fins de la procédure ultérieure,  
comme le rapport de la recherche européenne

Numéro de la demande  
EP 08 16 3462

<b>DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>			<b>CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)</b>
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	GB 2 148 144 A (SECR DEFENCE) 30 mai 1985 (1985-05-30) * abrégé * -----	1	INV. C30B30/00 F01P9/00 F02F1/02 F02F3/16
A	JP 2007 077951 A (AISIN SEIKI) 29 mars 2007 (2007-03-29) * revendication 4; figure 1 * -----	1	
A	US 4 321 898 A (LATTSCH REINHARD) 30 mars 1982 (1982-03-30) * colonne 1, ligne 16 - ligne 24 * -----	1	
A	EP 1 681 454 A (FUJI HEAVY IND LTD [JP]; KOYAMA KK [JP]) 19 juillet 2006 (2006-07-19) * alinéa [0004] *	1	
A	GB 1 528 160 A (NAT RES DEV) 11 octobre 1978 (1978-10-11) * page 2, ligne 110 - ligne 118 * -----	1	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)</b>
			F01P F02F F02B C30B H01B
<b>RECHERCHE INCOMPLETE</b>			
<p>La division de la recherche estime que la présente demande de brevet, ou une ou plusieurs revendications, ne sont pas conformes aux dispositions de la CBE au point qu'une recherche significative sur l'état de la technique ne peut être effectuée, ou seulement partiellement, au regard de ces revendications.</p> <p>Revendications ayant fait l'objet d'une recherche complète:</p> <p>Revendications ayant fait l'objet d'une recherche incomplète:</p> <p>Revendications n'ayant pas fait l'objet d'une recherche:</p> <p>Raison pour la limitation de la recherche:</p> <p style="padding-left: 2em;">voir feuille supplémentaire C</p>			
6	Lieu de la recherche  Munich	Date d'achèvement de la recherche  22 septembre 2008	Examinateur  Yates, John
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			



Revendications ayant fait l'objet de recherches incomplètes:  
1-8

Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches:  
-

Raison pour la limitation de la recherche:

Dans la description, il y a deux documents mentionnés qui doivent décrire les matériaux du type utilisé pour la présente invention, mais dans ces documents il n'y a aucun matériau apparent qui semble être compatible avec les contraintes propres aux chambres de combustion et dont la conductivité thermique est pilotable de la manière décrite dans les revendications. La description de la présente demande décrit en détail les stratégies de pilotage, mais ne divulgue aucun exemple concret d'un tel moteur thermique. Il manque par exemple l'information sur les matériaux avec une conductivité thermique variable de manière cyclique dans les températures élevées et aussi l'information sur la façon d'appliquer le champ électrique.

Si l'homme du métier n'a pas de moteur dans lequel les stratégies de pilotage peuvent être appliquées, il ne peut pas exécuter l'invention. De plus, il n'est pas possible de vérifier la véritable étendue de la protection à rechercher dans les revendications sans l'illustration dans la description sous la forme d'un exemple concret. Comme l'invention n'est pas exposée de façon suffisamment complète pour qu'un homme du métier puisse l'exécuter, il n'est pas possible de rechercher l'object exact des revendications. Les revendications sont donc recherchées de manière générale concernant les changements de la conductivité thermique.

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 16 3462

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

22-09-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
GB 2148144	A	30-05-1985	AUCUN		
JP 2007077951	A	29-03-2007	AUCUN		
US 4321898	A	30-03-1982	DE 2751156 A1 GB 1599620 A JP 1422147 C JP 54079314 A JP 62031169 B	17-05-1979 07-10-1981 29-01-1988 25-06-1979 07-07-1987	
EP 1681454	A	19-07-2006	JP 2006194195 A US 2006156917 A1	27-07-2006 20-07-2006	
GB 1528160	A	11-10-1978	DE 2635799 A1 FR 2320424 A1 JP 52021515 A SE 7608837 A	17-02-1977 04-03-1977 18-02-1977 09-02-1977	

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- JP 11236636 B [0003]
- WO 2005124790 A [0005]
- WO 8807224 A [0005]