(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 739 896**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **95 12005**

(51) Int Cl^6 : F 02 F 3/26

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 11.10.95.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 18.04.97 Bulletin 97/16.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** CHAOUCHE ALI, HENRIOT STEPHANE et MONNIER GAETAN.

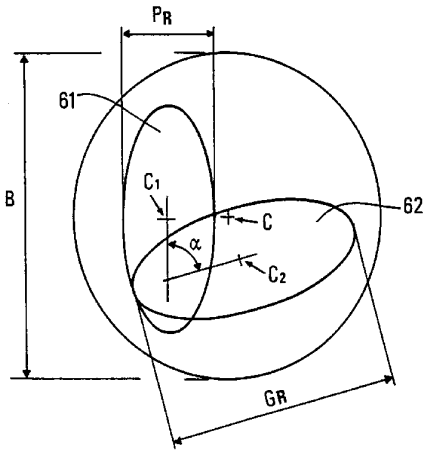
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :**

(54) MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A ALLUMAGE COMMANDE, A COMBUSTION AMELIOREE.

(57) - La présente invention a pour objet un moteur à combustion interne à allumage commandé comprenant au moins un cylindre dans lequel coulisse un piston selon l'axe du cylindre, une culasse surmontant le cylindre et délimitant avec le piston et le cylindre une chambre de combustion, le piston comprenant une cavité (ou bol) ouverte vers la culasse.

- Selon l'invention, ladite cavité présente au moins un volume de section ellipsoïde selon un plan transversal du piston, dont l'axe principal et les génératrices sont essentiellement parallèles à l'axe longitudinal du piston, afin de réduire dans la chambre de combustion les rapports entre surface et volume, et d'augmenter les niveaux de turbulence en fin du cycle de compression.



FR 2 739 896 - A1

La présente invention concerne le domaine des moteurs à combustion interne à allumage commandé.

Plus particulièrement, la présente invention concerne les moteurs comprenant au moins un cylindre dans lequel coulisse un piston selon l'axe du cylindre, une culasse surmontant le cylindre et délimitant avec le piston et le cylindre une chambre de combustion, le piston comprenant une cavité (ou bol) ouverte vers la culasse.

Les moteurs du type précité et fonctionnant en mélange pauvre sont particulièrement visés par l'invention.

Avantageusement, les moteurs à allumage commandé fonctionnant en mélange très dilué (richesse du mélange inférieure à 0,6 par exemple) permettent de réduire considérablement les émissions polluantes telles que les oxydes d'azote (NO_X).

Cependant cette technologie peut poser des problèmes liés à l'initiation et à la propagation de la flamme, problèmes qui se traduisent par des instabilités de la combustion, et par une augmentation du taux d'hydrocarbures imbrûlés.

Le motoriste qui conçoit ce type de moteurs doit donc porter une attention particulière à la qualité de la combustion qui doit être rapide et stable, afin de réduire les émissions de NO_X tout en augmentant le rendement énergétique du moteur.

Les caractéristiques de la combustion dépendent de facteurs géométriques (formes de la chambre, du bol dans le piston, de la position de la bougie et du système d'admission), aérodynamiques (turbulence et vitesses), de la distribution...

L'optimisation de l'aérodynamique interne se révèle être une étape importante dans la conception d'un moteur à allumage commandé fonctionnant en mélange pauvre. La mise au point de l'aérodynamique interne dans la chambre au moment de l'allumage doit contribuer à l'augmentation des vitesses de combustion et favoriser la stabilité de la flamme à l'allumage. Les caractéristiques de l'écoulement à ce moment dans la chambre dépendent du résultat de l'interaction de l'aérodynamique post admission avec la forme de la chambre de combustion. Les niveaux de turbulence et de vitesses doivent notamment être optimisés pour favoriser la stabilité de l'allumage et la propagation de la flamme dans la chambre.

Différentes géométries ont été développées récemment, notamment au niveau du bol (ou cavité) formé dans le piston lui-même.

Ainsi le brevet US 5 351 665 décrit une chambre de combustion formée dans le piston, par une cavité ayant une géométrie particulière.

Le document FR 2 713 282 divulgue une autre géométrie de bol formé dans la partie supérieure du piston.

L'objet de la présente demande consiste à répondre aux objectifs aérodynamiques énoncés ci-avant afin de contribuer à optimiser le compromis rendement énergétique/émissions.

Il s'agit en particulier selon l'invention d'optimiser les niveaux de turbulence et de vitesses à proximité de la bougie d'allumage ; en effet, un trop fort niveau de turbulence accroît les instabilités cycliques.

Un autre objectif de l'invention consiste à maximiser les niveaux de turbulence moyenne dans la chambre en utilisant notamment l'interaction de la forme de la chambre avec le tourbillonnement autour de l'axe du cylindre pour générer la turbulence.

Parallèlement le principal problème est d'éviter des vitesses de gaz excessives au moment de l'allumage, ces vitesses pouvant affecter la qualité de la combustion.

Tous ces aspects ont été pris en compte pour aboutir à la présente invention qui a pour objet un moteur tel que défini en tête de la description.

Selon l'invention, la cavité (ou bol) du piston ouverte vers la culasse présente au moins un volume de section ellipsoïde selon un plan transversal du piston, dont l'axe principal et les génératrices sont essentiellement parallèles à l'axe longitudinal du piston, afin de réduire dans la chambre de combustion les rapports entre surface et volume, et de maximiser les niveaux de turbulence en fin du cycle de compression.

Plus précisément, ladite cavité comprend deux volumes

- dont la profondeur $P_B > 0,15xB$;
- dont le grand rayon G_R est tel que : $0,25xB < G_R < 0,40xB$;
- dont le petit rayon P_R est tel que : $0,10xB < P_R < 0,25xB$
- B étant l'alésage du cylindre.

De façon particulière, la position des volumes est telle que, C_i étant le centre de symétrie respectif de chaque ellipse et D_i étant la distance de l'axe du cylindre au centre C_i de chaque ellipse : $0 < D_i < 0,20B$.

Sans sortir du cadre de l'invention, l'angle (α) entre les grands axes de chaque ellipse est nul.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, l'angle (α) entre les grands axes de chaque ellipse est sensiblement égal à 90°.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui va suivre, faite à titre illustratif et nullement limitatif en référence aux figures annexées selon lesquelles :

- La figure 1 montre en coupe longitudinale un moteur à combustion interne ayant une chambre selon l'invention;
- La figure 2 est une vue de dessus du piston ayant une cavité selon l'invention;
- La figure 3 est une vue de dessus du piston ayant une cavité particulière selon l'invention;
- La figure 4 est une vue de dessus du piston ayant une cavité selon un autre mode de réalisation de l'invention;
- La figure 5 montre des courbes d'énergie cinétique turbulente moyenne en fonction de l'angle vilebrequin, obtenues pour différentes géométries de cavités du piston.

La figure 1 illustre en coupe longitudinale la chambre de combustion 1 d'un moteur à combustion interne à allumage commandé selon l'invention.

La chambre de combustion est délimitée par le piston 2 qui coulisse longitudinalement dans le cylindre 3, et par la culasse 4, qui porte de façon habituelle une bougie 5 et une ou plusieurs ouvertures (non représentées) pour l'admission et l'échappement.

Selon l'invention, le piston 2 comprend une cavité 6 (ou bol) de forme spécifique.

La cavité 6 est ouverte vers la culasse 4 et se présente sous la forme d'au moins un volume de section ellipsoïde selon un plan transversal du piston. En outre l'axe principal du (ou des) volume(s) ellipsoïde(s) est sensiblement parallèle à l'axe longitudinal du cylindre. Les génératrices de la cavité 6 sont essentiellement parallèles à l'axe longitudinal et donc aux parois du cylindre.

Préférentiellement la cavité 6 comprend deux volumes ellipsoïdes 61, 62 comme le montre la figure 2. La profondeur P_B de chaque volume est supérieure à 15 % de l'alésage B du cylindre.

En outre le grand rayon G_R de chaque volume est compris entre 0,25 et 0,40 fois l'alésage B du cylindre : $0,25B<G_R<0,40B$.

Le petit rayon P_R de chaque volume est préférentiellement compris entre 0,10 et 0,25 fois l'alésage B du cylindre : $0,10B<P_R<0,25B$.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les centres de symétrie C_i des ellipses (ici C_1 et C_2) sont situés à une distance du centre C de l'alésage inférieure à 0,20 fois la valeur de l'alésage B.

L'angle (α) entre les grands axes de chaque volume peut être quelconque.

La figure 3 montre un mode de réalisation de l'invention selon lequel les grands axes sont perpendiculaires entre eux. À titre illustratif, l'alésage B du cylindre

est ici égal à 120 mm, le grand rayon G_R de chaque volume est égal à 40 mm et le petit rayon P_R égal à 24 mm. Le centre C_1 est confondu avec le centre C du cylindre tandis que le centre C_2 du deuxième volume est placé à une distance de 5,4 mm du centre C.

La figure 3A (coupe longitudinale) montre plus précisément comment est creusée la cavité 6 dont les génératrices sont parallèles à l'axe du piston. Autrement dit, les sections transversales sont égales quelle que soit la profondeur de la cavité. Toutefois la base et le sommet de la cavité 6 présentent de faibles variations de section dues à des contraintes de fabrication.

La figure 4 illustre un autre mode de réalisation de l'invention dont la cavité 6 présente deux volumes de section transversale ellipsoïde, dont les grands axes des ellipses sont sensiblement parallèles entre eux. Selon cette illustration de l'invention l'alésage B égal à 120 mm, le grand rayon G_R de chaque ellipse est égal à 40 mm, le petit rayon P_R de chaque ellipse est égal à 24 mm et les centres de symétrie C_1 et C_2 de chaque ellipse sont chacun déportés à 12 mm du centre C de l'alésage B. Les autres détails de cette géométrie sont visibles sur la figure 4A, et semblables à ceux donnés en relation avec la figure 3A.

La position précise de chacun des centres C_1 et C_2 est choisie pour accentuer l'effet du décentrement par rapport à l'axe de la chambre de combustion tout en tenant compte de certaines contraintes d'encombrement.

Les modes de réalisation ci-dessus exposés ont été testés sur banc d'essais moteur pour un moteur de poids lourd fonctionnant en mélange pauvre, avec du méthane. Les résultats obtenus avec ces géométries de chambre ont permis de réduire les émissions de NO_X jusqu'à une valeur inférieure à 1 g/Kwh tout en maintenant un rendement effectif maximal voisin de 40%, ce qui les rapproche du rendement d'un moteur diesel à injection directe dépollué.

La figure 5 illustre l'amélioration de l'invention au niveau de la turbulence créée dans la chambre de combustion.

En effet les courbes I et II représentent respectivement l'énergie cinétique moyenne de turbulence (TKE) en fonction de l'angle vilebrequin, dans une chambre selon la figure 4 et selon la figure 3.

Les autres courbes concernent l'énergie cinétique de turbulence pour des géométries de bols non conformes à l'invention. Ainsi :

- La courbe III concerne un bol en forme de cylindre, décentrée par rapport à la bougie;

- La courbe IV montre les performances d'un bol cylindrique, centré autour de la bougie;
- La courbe V illustre les turbulences créées par un bol en forme de tronc de cône ; enfin
- La courbe VI a trait à un bol sensiblement sphérique ; il correspond à une géométrie connue utilisée dans des moteurs Diesel.

Ces différentes géométries de bols laissent apparaître des différences de turbulences sensibles surtout à la fin de la compression, puisque avec les géométries selon l'invention on atteint des énergies cinétiques turbulentes comprises entre 42 et 50 m^2/s^2 tandis que les autres géométries (courbes III à VI), ces mêmes énergies restent plutôt inférieures à 30 m^2/s^2.

De façon avantageuse, l'augmentation des niveaux de turbulence dans la chambre de combustion a été obtenue pendant la phase de compression en "transformant" l'écoulement tourbillonnaire issu de l'admission.

En résumé, l'invention est relative à la conception d'un moteur à combustion interne, à culasse plate ou non pouvant être utilisé en mélange pauvre avec du gaz naturel, avec un meilleur compromis entre le rendement énergétique et les émissions de polluants vis-à-vis des technologies actuelles.

L'invention concerne la mise au point de géométries de bol dans le piston qui permettent de développer des niveaux de turbulence en fin de compression élevés. Elles ont été réalisées à partir de l'analyse de l'aérodynamique interne et sont basées sur des formes elliptiques. Ces formes contribuent à réduire les rapports surface/volume dans la chambre donc les transferts thermiques, et améliorent ainsi le rendement énergétique. En outre, ces géométries permettent d'augmenter les niveaux de turbulence en fin de compression en cassant l'écoulement issus de l'admission. Ceci permet d'optimiser les caractéristiques de la combustion. La disposition judicieuse des ellipses constituant le bol dans le piston permet d'obtenir pendant la phase de compression l'aérodynamique la plus favorable à la réalisation de nos objectifs en tenant compte des contraintes liées à l'industrialisation des pièces.

REVENDICATIONS

1) Moteur à combustion interne à allumage commandé comprenant au moins un cylindre dans lequel coulisse un piston (2) selon l'axe du cylindre, une culasse (4) surmontant le cylindre et délimitant avec le piston et le cylindre une chambre de combustion (1), le piston comprenant une cavité (ou bol) (6) ouverte vers la culasse, caractérisé en ce que ladite cavité présente au moins un volume de section ellipsoïde selon un plan transversal du piston, dont l'axe principal et les génératrices sont essentiellement parallèles à l'axe longitudinal du piston, afin de réduire dans la chambre de combustion (1) les rapports entre surface et volume, et d'augmenter les niveaux de turbulence en fin du cycle de compression.

2) Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite cavité (6) comprend deux volumes

- dont la profondeur $P_B > 0,15xB$;
- dont le grand rayon G_R est tel que : $0,25xB < G_R < 0,40xB$;
- dont le petit rayon P_R est tel que : $0,10xB < P_R < 0,25xB$
- B étant l'alésage du cylindre.

3) Moteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que la position des volumes est telle que, C_i étant le centre de symétrie respectif de chaque ellipse et D_i étant la distance de l'axe du cylindre au centre C_i de chaque ellipse : $0 < D_i < 0,20B$.

4) Moteur selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que l'angle (α) entre les grands axes de chaque ellipse est nul.

5) Moteur selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que l'angle (α) entre les grands axes de chaque ellipse est sensiblement égal à 90°.

FIG.1

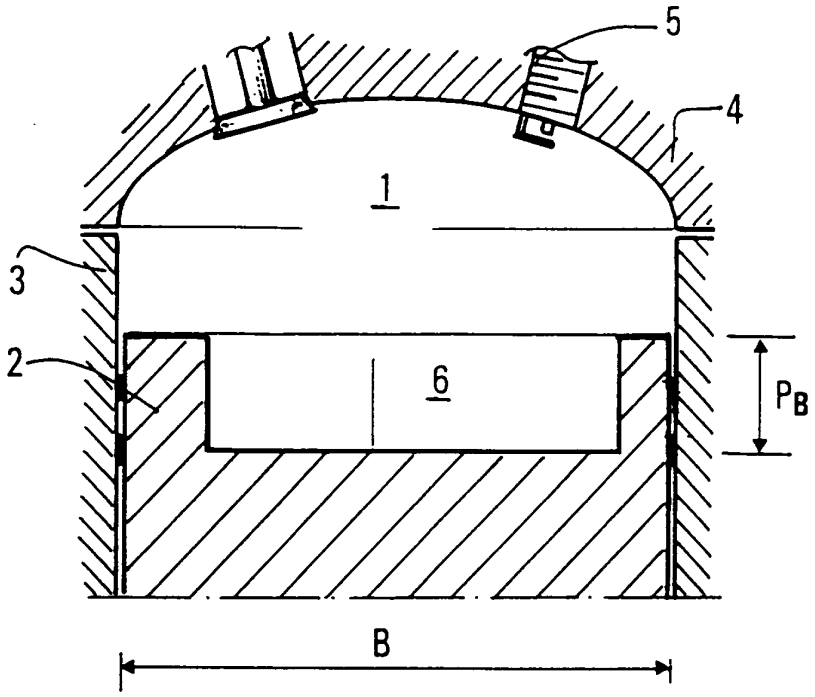


FIG.2

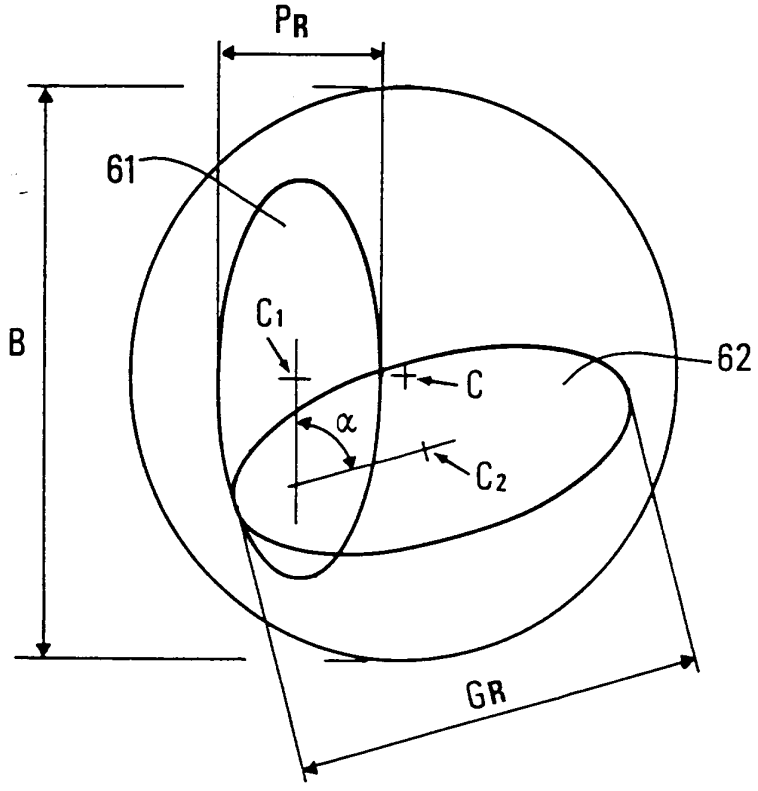


FIG.3

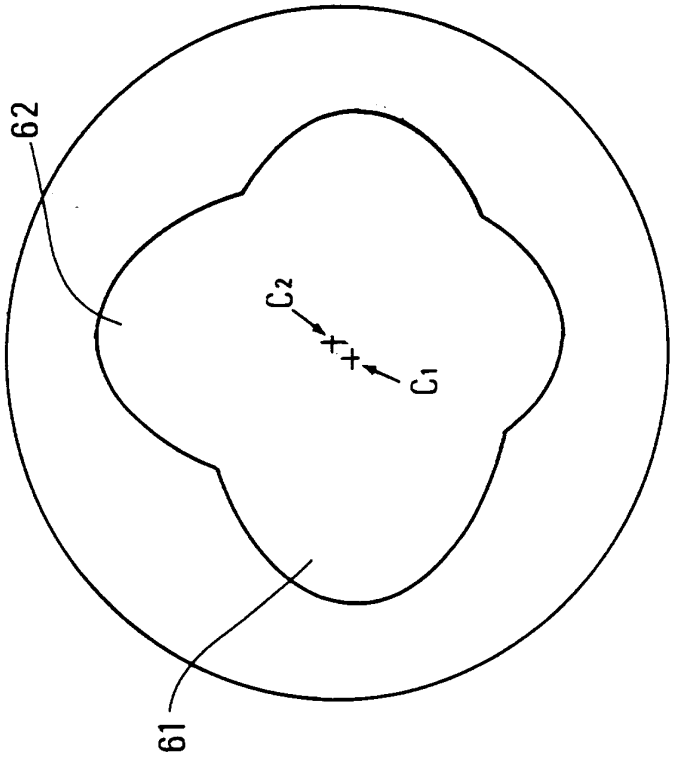


FIG.3A

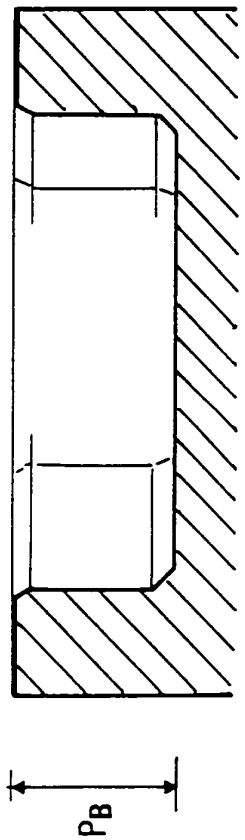


FIG.4

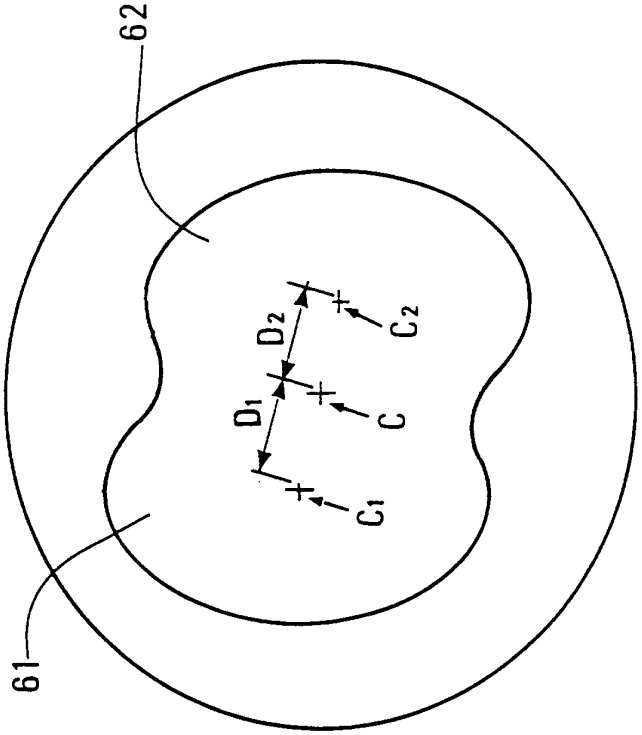


FIG.4A

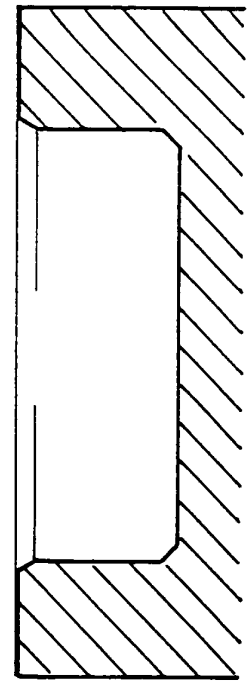
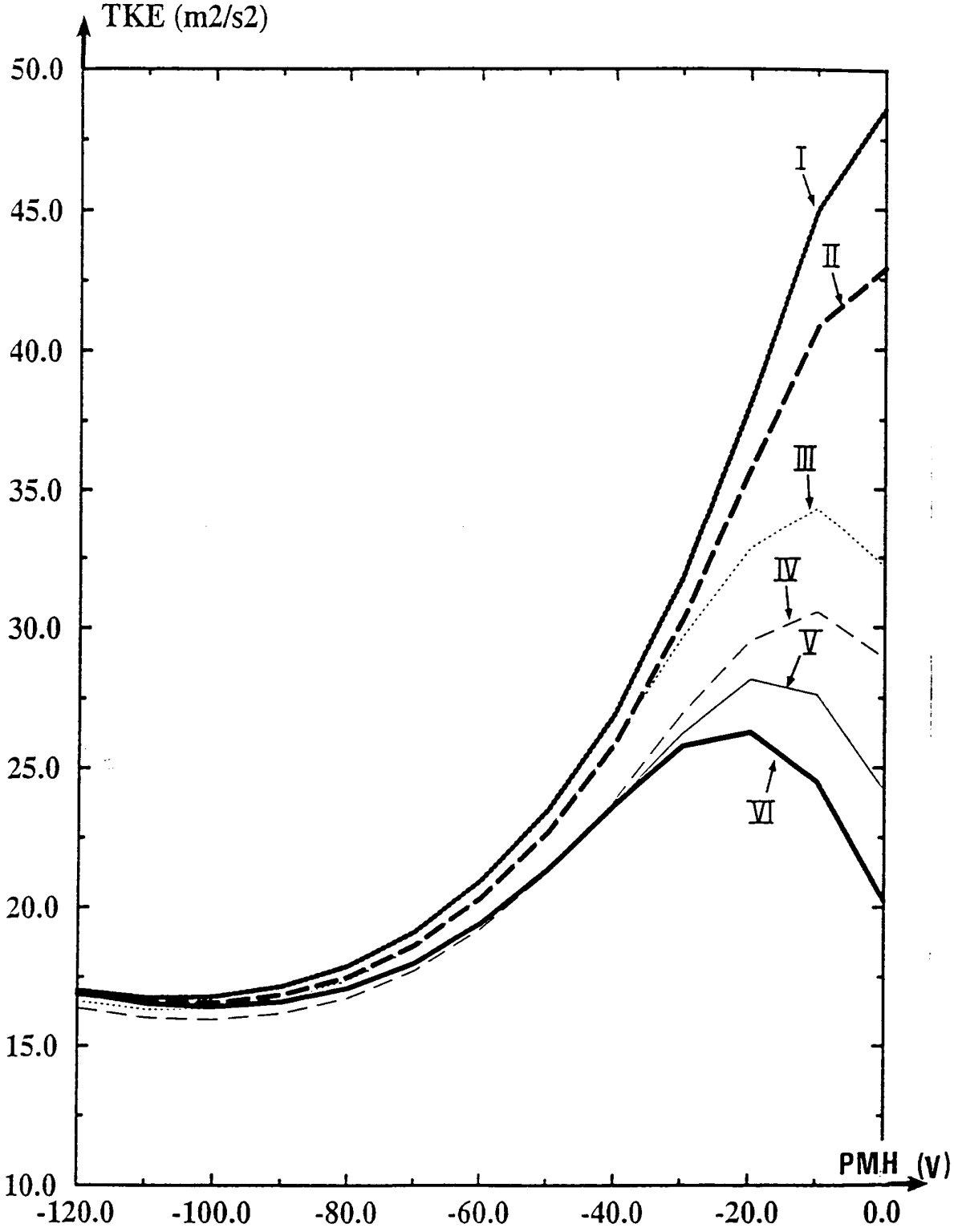


FIG.5


TKE (m2/s2)
50.0
45.0
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
-120.0
-100.0
-80.0
-60.0
-40.0
-20.0
0.0
PMH (V)
I
II
III
IV
V
VI

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

2739896

N° d'enregistrement national

FA 520118
FR 9512005

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	GB-A-2 084 696 (ALCAN ALUMINIUMWERKE) 15 Avril 1982 * le document en entier *	1
A	GB-A-2 106 592 (PORSCHE AG) 13 Avril 1983 * le document en entier *	1
D,A	US-A-5 351 665 (KAPUS PAUL ET AL) 4 Octobre 1994 * le document en entier *	1,4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 282 (M-428), 9 Novembre 1985 & JP-A-60 125721 (YANMAR DIESEL KK), 5 Juillet 1985, * abrégé *	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 432 (M-1175), 5 Novembre 1991 & JP-A-03 182617 (MATSUOKA GIJUTSU JIMUSHO:KK;OTHERS: 01), 8 Août 1991, * abrégé *	1,2,5
A	FR-A-2 365 697 (LISTER & CO LTD R A) 21 Avril 1978 * page 4, ligne 14 - page 6, ligne 4; figures *	1,2,5

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)

F02F
F02B

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
21 Juin 1996	Mouton, J

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)