



N° 898.084

Classif. Internat.: G01F

Mis en lecture le:

15 -02- 1984

LE Ministre des Affaires Economiques,

*Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;**Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle;**Vu le procès-verbal dressé le 26 octobre 1983 à 15 h. 00**au Service de la Propriété industrielle;***ARRÊTE :**

Article 1. - Il est délivré à la Sté dite : DANFOSS A/S
6430 Nordborg (Danemark)

repr. par le Bureau Gevers S.A. à Bruxelles

un brevet d'invention pour: Dispositif de mesure à ultra-sons

(Inv. : HE. K. Jensen, N. Abildgaard, S.H. Nielsen)

qu'elle déclare avoir fait l'objet d'une demande de brevet
déposée en Allemagne (République Fédérale) le 27 octobre
1982, n° 32 39 770.4

Article 2. - Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.

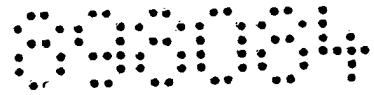
Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 14 novembre 1983

PAR DELEGATION SPECIALE:

Le Directeur

L. WUYTS.



MEMOIRE DESCRIPTIF

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

formée par

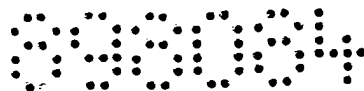
DANFOSS A/S

pour:

"Dispositif de mesure à ultra-sons"

Priorité d'une demande de brevet en République Fédérale
allemande déposée le 27 octobre 1982, sous le
n° P 32 39 770.4.

Inventeurs: Hans-Erik Kiil Jensen,
Niels Abildgaard,
Steen Hedegaard Nielsen.

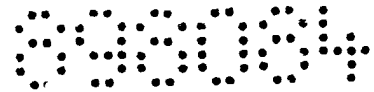


"Dispositif de mesure à ultra-sons"

La présente invention est relative à un dispositif de mesure à ultra-sons, avec un intervalle de mesure s'étendant entre deux transducteurs d'ultra-sons, qui
5 s'étend axialement dans un tube de mesure.

Dans un dispositif de mesure à ultra-sons connu de ce genre (DE-AS 29 24 561), un tube de mesure rectiligne est disposé entre deux transducteurs d'ultra-sons, qui peuvent être utilisés alternativement comme émet-
10 teur et récepteur. En mesurant le temps de parcours des impulsions d'ultra-sons, on peut estimer la vitesse d'écoulement moyenne du milieu circulant dans le dispositif et par conséquent le débit par unité de temps. Il s'est cependant révélé alors que d'importants écarts du
15 résultat de mesure par rapport aux conditions effectives apparaissent dans les limites de la plage d'utilisation. En particulier, avec de petits indices de Reynold, donc des viscosités élevées et de faibles vitesses d'écoulement et donc de faibles débits, des écarts de la valeur
20 mesurée par rapport à la valeur effective jusqu'à 20% apparaissent, lorsque le dispositif de mesure a été ajusté pour la plage d'indices de Reynold supérieure.

L'invention a pour base le problème d'offrir un dispositif de mesure à ultra-sons du genre dépeint précédemment, qui fournit des résultats de mesure précis dans
25

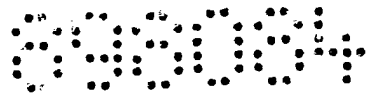


toute la plage de mesure.

Ce problème est résolu suivant l'invention grâce
au fait qu'on dispose dans le tube de mesure, avec un
écartement axial mutuel, au moins deux pièces rapportées
5 qui influencent le profil de vitesse du milieu s'y
écoulant et/ou déterminent le parcours pour le signal
d'ultra-sons efficace de telle sorte que dans la ma-
jeure partie de la plage de travail, la vitesse d'écou-
lement moyenne sur le parcours du signal d'ultra-sons
10 n'est essentiellement fonction que de la vitesse moyen-
ne sur la section transversale du tube.

L'invention part de la considération que dans un
tube de mesure il s'établit un profil de la vitesse
axiale du milieu s'écoulant qui possède un maximum au
15 voisinage de l'axe du tube et un minimum sur la surface
interne du tube. Les rapports de maximum et de minimum
se modifient avec l'indice de Reynold. Par conséquent,
la vitesse du signal d'ultra-sons n'est pas seulement
fonction de la vitesse moyenne du milieu s'écoulant,
20 mais aussi de la forme du profil de vitesse. Lorsqu'au
contraire on prévoit dans le tube de mesure des pièces
rapportées conçues suivant l'invention, on peut agir de
manière correctrice sur le profil de vitesse. Par
exemple, le profil de vitesse du milieu s'écoulant peut
25 être déformé sur un certain parcours de telle sorte qu'on
rencontre axialement en succession un maximum et un mi-
nimum intermédiaire, de telle sorte que le signal
d'ultra-sons qui parcourt successivement ces sections,
indique une vitesse d'écoulement moyenne qui ne possède
30 plus aucun maximum marqué.

Les pièces rapportées présentent particulière-

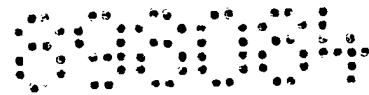


ment avantageusement au moins au voisinage de l'axe médian du tube de mesure, une surface de blocage. Celle-ci réduit la vitesse d'écoulement dans l'axe médian. Le maximum de vitesse s'établissant normalement dans l'axe du tube est par conséquent réduit. Plus élevé est le maximum et plus intense est également la réduction.

Il est alors à conseiller que des sections de surface de blocage ou d'obstruction présentent entre elles des sections de passage libres dont les dimensions augmentent avec l'accroissement du rayon. De la sorte, le profil de vitesse au milieu est influencé le plus fortement et de moins en moins vers l'extérieur. Le profil de vitesse est par conséquent fortement uniformisé sur la section transversale.

Une forme de réalisation très simple est obtenue lorsque les pièces rapportées présentent plusieurs bras décalés angulairement de préférence uniformément en tant que sections de surface d'obturation ou de blocage. La largeur des bras peut être constante ou décroître radialement vers l'extérieur. Ces bras suffisent à produire l'effet de blocage ou d'obturation désiré, mais laissent cependant une section suffisante libre pour l'écoulement.

Il est particulièrement favorable de prévoir quatre bras décalés de 90° . Ceci suffit à obtenir la précision de mesure désirée, plusieurs, par exemple six à sept de ces pièces rapportées devraient alors être prévues en succession. Etant donné que les sections transversales libres sont relativement grandes, l'atténuation des signaux d'ultra-sons et également la sensibilité à l'encrassement sont réduites. Lorsqu'on utilise plu-



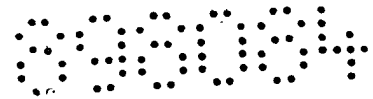
sieurs bras, par exemple huit ou dix bras, on peut se contenter d'un nombre plus réduit de pièces rapportées, mais on doit cependant tenir compte d'une atténuation et d'une sensibilité à l'encrassement un peu plus élevées.

Il existe aussi la possibilité que les pièces rapportées présentent au moins un anneau concentrique en tant que section de surface de blocage. Un anneau à la périphérie externe peut assurer que les ondes d'ultra-sons circulant directement contre la paroi du tube n'appartiennent pas au signal de mesure efficace. Plusieurs anneaux agencés concentriquement les uns par rapport aux autres laissent libres entre eux des sections d'intervalle annulaires croissant vers l'extérieur.

Il est à conseiller de conserver les épaisseurs de paroi des pièces rapportées très faibles par comparaison avec la longueur de l'intervalle de mesure. On parvient ainsi à ce que les ondes ultra-sonores qui sont transmises par l'intermédiaire des pièces rapportées et par conséquent plus rapidement qu'à travers le milieu s'écoulant, n'ont aucune influence appréciable sur le résultat de la mesure.

Un autre avantage est obtenu lorsque les pièces rapportées présentent des surfaces bombées. Les ondes ultra-sonores réfléchies ne sont pas alors rejetées en va-et-vient parallèlement à l'axe, mais au contraire déviées vers l'extérieur, de telle sorte qu'elles n'atteignent pas le récepteur ou dans une mesure fortement atténuée seulement.

Il est à conseiller de revêtir les surfaces internes du tube de mesure d'une matière atténuant les



sons. Les ondes ultra-sonores venant frapper les surfaces internes sont par conséquent absorbées. Ceci est en particulier valable pour des ondes ultra-sonores qui ont été réfléchies par la surface bombée des pièces rapportées.

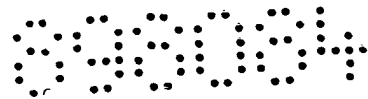
Il est en outre favorable de réaliser les surfaces internes du tube de mesure sous une forme rugueuse, en particulier avec une valeur moyenne de rugosité de 40 microns. Il apparaît ainsi également avec une faible vitesse d'écoulement, un écoulement turbulent qui se fait sentir jusque dans la partie médiane du profil d'écoulement et soutient l'effet des pièces rapportées.

Dans une autre variante, on veille à ce qu'une pièce rapportée possède à chaque fois un écartement vis-à-vis de la pièce rapportée précédente qui est au maximum égal à la longueur de développement du profil de vitesse. Le maximum apparaissant avant la pièce rapportée est compensé par la forme régnant après la pièce rapportée du profil de vitesse, de telle sorte qu'on rencontre telle que considérée dans le sens axial, une valeur moyenne uniforme de la vitesse du milieu s'écoulant.

D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description ci-après, donnée à titre d'exemple non limitatif et en se référant aux dessins annexés, dans lesquels:

La figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'invention.

La figure 2 est une vue en coupe longitudinale partielle à plus grande échelle du tube de mesure.



La figure 3 est une vue en coupe transversale du tube de mesure de la figure 2.

La figure 4 représente une forme modifiée de pièces rapportées.

5 La figure 5 est une vue en coupe transversale de la pièce rapportée de la figure 4.

La figure 6 illustre une autre forme d'une pièce rapportée.

10 La figure 7 illustre encore une autre forme d'une pièce rapportée.

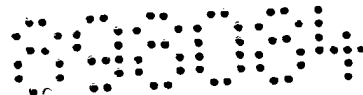
A la figure 1, on a représenté un intervalle de mesure 1 de longueur s , qui s'étend entre un premier transducteur ultra-sonore 2 et un second transducteur ultra-sonore 3 et qui traverse un tube de mesure 4. Par l'intermédiaire d'un raccord d'admission 5, on amène un milieu s'écoulant suivant la direction de la flèche 6 et on l'évacue après qu'il ait parcouru l'intervalle de mesure 1, par l'intermédiaire d'un raccord d'évacuation 7. Dans le tube de mesure 4 se trouvent des pièces rapportées 8, qui seront décrites plus en détail ci-après. En exploitation, les transducteurs ultra-sonores 2 et 3 sont utilisés alternativement comme émetteur et récepteur.

25 Un circuit évaluateur 9 détermine le temps de parcours d'un signal ultra-sonore sur l'intervalle de mesure 1 et à partir de ce temps de parcours, la vitesse concernée du signal ultra-sonore.

Comme on le sait, un signal ultra-sonore circulant vers l'aval possède une vitesse:

30
$$V_{un} = C + V_M$$

Au contraire, un signal ultra-sonore circulant en



amont possède une vitesse:

$$V_{uo} = C - V_M$$

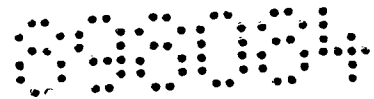
C étant la vitesse du son dans le milieu à l'arrêt et
5 V_M la vitesse d'écoulement moyenne sur la section trans-
versale du milieu. En faisant la différence des deux
égalités, on obtient:

$$V_M = \frac{V_{un} - V_{uo}}{2}$$

10 donc la vitesse d'écoulement moyenne, indépendamment de
la vitesse du son.

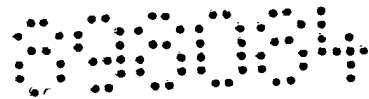
Lorsqu'on suppose que le profil de vitesse de
l'écoulement sur l'intervalle de mesure est constant,
il s'établit une proportionnalité entre l'écoulement en
15 volume Q et la vitesse moyenne V_M . Lorsque cependant
le profil de vitesse de l'écoulement est soumis à des
variations, soit qu'il doive d'abord s'établir au début
de l'intervalle de mesure, soit qu'il dépende dans sa
forme de l'indice de Reynold, donc aussi du débit, ce
20 qui est le cas pour des indices de Reynold inférieurs
à 10000, le résultat de la mesure pour la vitesse
d'écoulement et de toute grandeur en dérivant, telle
que le débit, s'écarte fortement des grandeurs effecti-
ves dans des parties de la plage de mesure. Ceci
25 est compensé par les pièces rapportées 8.

On a représenté à la figure 2 une section du
tube de mesure 4 dont la surface interne 10 est rugueuse
ou porte un revêtement d'atténuation interne 10 et deux
pièces rapportées 8a et 8b. Ces dernières possèdent,
30 comme illustré à la figure 3, la forme d'une étoile 11
à quatre bras 12, dont la largeur décroît radialement



vers l'extérieur. Au point de jonction de l'étoile,
il s'établit une section de surface de blocage ou d'ob-
turation 13 au voisinage de l'axe du tube. Entre les
bras subsistent des sections de passage libres 14, dont
5 les dimensions augmentent avec l'accroissement du rayon.

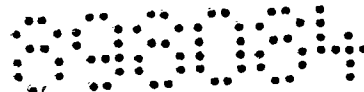
Lorsqu'une quantité Q est amenée à s'écouler
suivant la direction de la flèche 6 avec un indice de
Reynold inférieur à 10000 sur une certaine distance
dans le tube de mesure, il s'établit à cause de la
10 friction sur la paroi et de l'absence de turbulence, un
profil de vitesse A qui présente son maximum au voi-
sinage de l'axe du tube. Ceci correspond à une vitesse
moyenne sur la section transversale du tube V_M . A cau-
se de la pièce rapportée 8a, qui constitue un obsta-
15 cle appréciable au voisinage de l'axe du tube, il
s'établit après elle un profil de vitesse B qui possè-
de un maximum réduit déplacé radialement vers l'exté-
rieur et au contraire au voisinage de l'axe du tube, un
minimum intermédiaire. Ce profil de vitesse se dé-
20 veloppe à nouveau sous la forme C jusqu'à un profil
de vitesse A', qui correspond au profil A. A cause de
la seconde pièce rapportée 8b, qui est disposée à une
distance de la pièce rapportée 8a qui devrait être au
plus égale à la longueur de développement de ce profil
25 pour un écoulement laminaire, il s'établit à nouveau un
profil B' qui correspond au profil B. Les ondes ultra-
sonores reçues par le récepteur circulent essentielle-
ment dans une plage de section transversale limitée F
et sont par conséquent influencées successivement par
30 des vitesses différentes, suivant le profil de vitesse
concerné. La vitesse d'écoulement moyenne suivant la



direction axiale est constante indépendamment de l'indice de Reynold intéressé, parce que les maxima et minima se compensent mutuellement au voisinage de l'axe du tube. Par conséquent, la forme des profils de vitesse dans la plage de mesure ne joue plus un rôle déterminant. En outre, la zone moyenne est impénétrable pour les ondes ultra-sonores à cause des sections de surface de blocage 13. Les plus fortes modifications qui apparaissent au voisinage de l'axe du tube ne doivent donc plus être compensées, car elles ne sont pas captées par un signal ultra-sonore efficace. A l'aide des pièces rapportées, des développements de profil asymétriques, tels qu'ils sont possibles à l'entrée du tube de mesure à cause de l'arrivée à angle droit, sont éliminés plus rapidement, de telle sorte que sur la majeure partie du tube de mesure, les conditions symétriques illustrées à la figure 2 sont établies. Il est favorable que, comme illustré aux figures 1 et 2, la section transversale du tube soit supérieure aux surfaces frontales des transducteurs 2 et 3. On peut cependant aussi utiliser un tube avec une section transversale inférieure à celle des transducteurs.

Bien que l'invention ait été décrite sur la base d'un tube circulaire rond, des résultats correspondants peuvent aussi être obtenus avec des tubes offrant d'autres sections transversales, par exemple une section transversale rectangulaire.

Les pièces rapportées 8c et 8d aux figures 4 et 5 sont constituées par des croisillons 15 avec à chaque fois quatre bras 16, dont la largeur est constante. Des pièces rapportées successives sont décalées mutuelle-



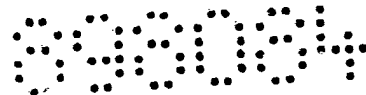
ment de 45° . En projection axiale, il subsiste par conséquent des sections transversales exemptes de surface de blocage suffisamment grandes. Etant donné que les pièces rapportées 8c présentent sur les deux côtés une surface bombées 17, 18, les ondes ultra-sonores venant frapper les sections de surface de blocage sont réfléchies sous un angle vers l'axe du tube. Elles atteignent la couche d'atténuation 10 et sont par conséquent inoffensives.

10 Dans la forme de réalisation suivant la figure 6, une pièce rapportée 8e a la forme d'une étoile 19 à huit bras 20. Ceci permet de se contenter d'un nombre plus réduit de pièces rapportées dans le tube de mesure, mais entraîne cependant une atténuation et une sensibilité à l'encrassement un peu plus élevées que dans les exemples de réalisation décrits précédemment.

On a illustré à la figure 7 une pièce rapportée 8f qui présente en tant que sections de surface de blocage, trois anneaux concentriques 21, 22 et 23, reliés entre eux par des bras radiaux 24. Il s'établit dans ce cas des sections de passage libres 25 qui possèdent des dimensions croissant radialement vers l'extérieur.

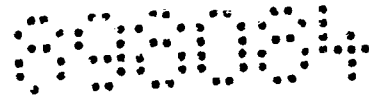
Dans tous les exemples de réalisation, l'épaisseur de paroi d des pièces rapportées 8 est très petite par comparaison avec la longueur s de l'intervalle de mesure l. Une épaisseur de paroi d de 0,5 à 1 mm est à conseiller.

Des essais ont révélé que l'on peut obtenir de la sorte, dans une très large plage de mesure couvrant des indices de Reynold de 500 à 10000, une valeur de mesure qui correspond très précisément à la valeur effective.



ve, tandis que même avec de très petits indices de Reynold, des écarts non supérieurs à 1 à 2% apparaissent.

5 Il doit être entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisation ci-avant et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre du présent brevet.

REVENDICATIONS

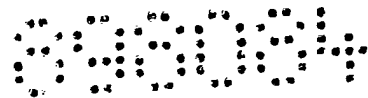
1. Dispositif de mesure à ultra-sons avec un intervalle de mesure s'étendant entre deux transducteurs d'ultra-sons, qui passe axialement dans un tube de mesure, caractérisé en ce que dans le tube de mesure (4) sont agencées avec un écartement axial mutuel, au moins deux pièces rapportées (8) qui influencent le profil de vitesse (A) du milieu s'y écoulant et/ou déterminent le parcours pour le signal ultra-sonore efficace, de telle sorte que dans la majeure partie de la plage de travail, la vitesse d'écoulement (V_{un} , V_{uo}) moyenne sur le parcours du signal ultra-sonore n'est essentiellement fonction que de la vitesse moyenne (V_M) sur la section transversale du tube.

2. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les pièces rapportées (8a-8e) présentent tout au moins au voisinage de l'axe médian du tube de mesure (4), une surface de blocage ou d'obturation (13).

3. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant la revendication 2, caractérisé en ce que des sections de surface de blocage présentent entre elles des sections de passage libres (14, 25) dont les dimensions augmentent avec l'accroissement du rayon.

4. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pièces rapportées (8a-8e) présentent plusieurs bras décalés angulairement (12, 16, 20) en tant que sections de surface de blocage.

5. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la largeur des



bras (16, 20) est constante.

6. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la largeur des bras (12) décroît radialement vers l'extérieur.

5 7. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'on prévoit quatre bras décalés de 90° (8a, 8c, 8d).

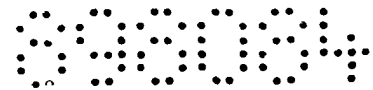
10 8. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que les bras de pièces rapportées successives (8c-8d) sont décalés mutuellement d'une valeur inférieure à l'écartement angulaire des bras (16).

15 9. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pièces rapportées (8f) présentent au moins un anneau concentrique (21, 22, 23) en tant que section de surface de blocage.

20 10. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'épaisseur de paroi (d) des pièces rapportées (8c) est très faible par rapport à la longueur (s) de l'intervalle de mesure (1).

25 11. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pièces rapportées (8c) possèdent des surfaces bombées (17, 18).

30 12. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface interne du tube de mesure (4) est revêtue d'une matière atténuant les sons (10).



13. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la paroi interne du tube de mesure (4) est rugueuse.


5 14. Dispositif de mesure à ultra-sons suivant l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'une pièce rapportée (8b) possède un écartement vis-à-vis de la pièce rapportée précédente (8a) qui est au plus égal à la longueur de développement du
10 profil de vitesse.

15. Dispositif de mesure à ultra-sons, tel que décrit ci-avant ou conforme aux dessins annexés.

Bruxelles, le 26 octobre 1983

P. Pon de DANFOSS A/S

P. Pon du Bureau GEVERS, société anonyme.



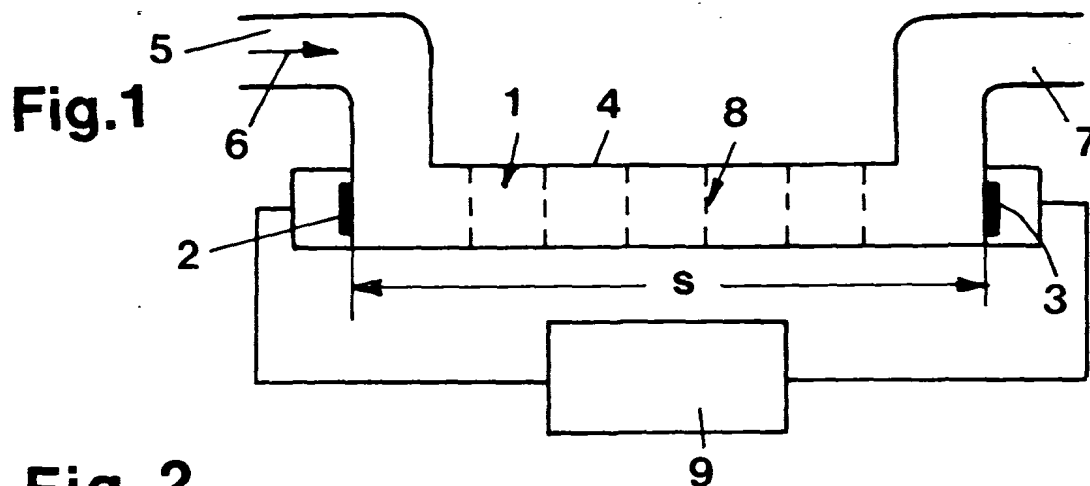


Fig. 2

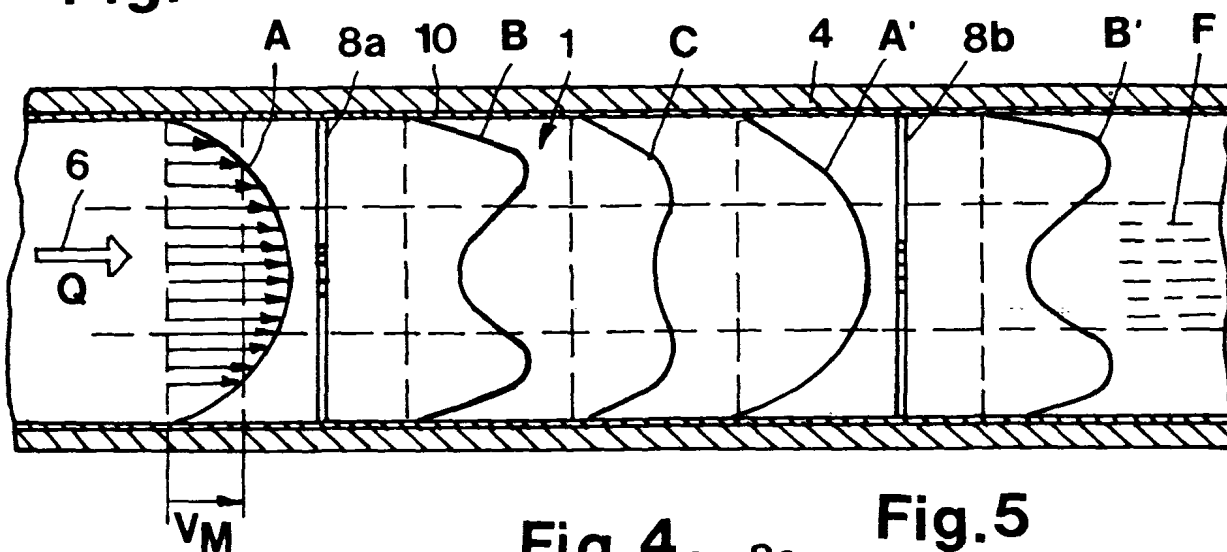


Fig.3

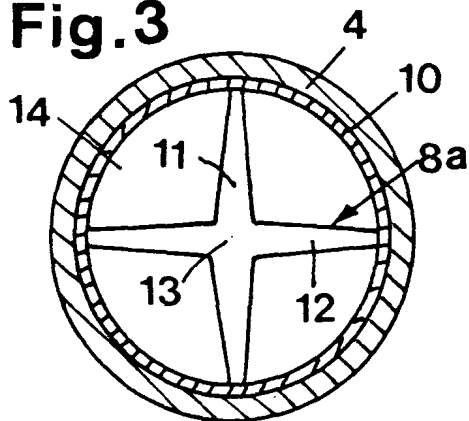


Fig.4

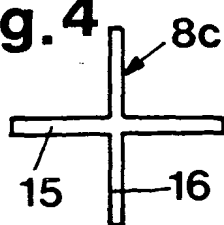


Fig.5

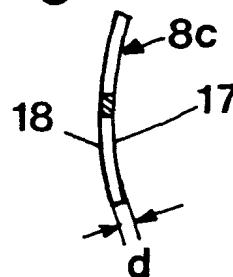


Fig.6

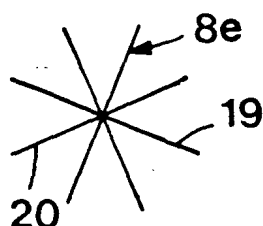
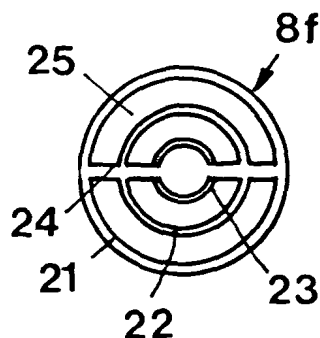


Fig.7



BRUXELLES, le 26 octobre 1983

P. Pon. de DANFOSS A/S

P. Pon. du Bureau GEVERS

société anonyme