

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : 2 980 836

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 12 57005

⑤1 Int Cl⁸ : F 28 D 7/00 (2013.01), B 64 D 13/08

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 19.07.12.

③0 Priorité : 20.07.11 US 13186577.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.04.13 Bulletin 13/14.

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) : HAMILTON SUNDSTRAND CORPO-
RATION — US.

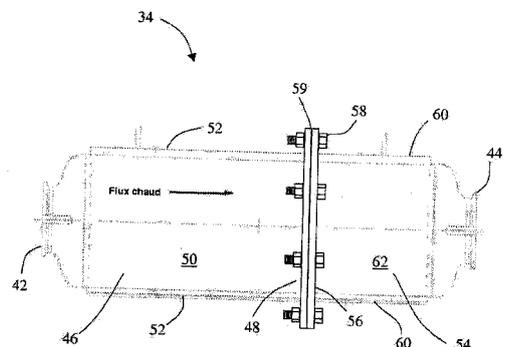
⑦2 Inventeur(s) : ARMY DONALD et MILLOT CHRIS-
TINA.

⑦3 Titulaire(s) : HAMILTON SUNDSTRAND CORPORA-
TION.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET JOLLY.

⑤4 ECHANGEUR DE CHALEUR FORMANT PREREFROIDISSEUR D'AVION.

⑤7 On propose un échangeur de chaleur (34). L'échan-
geur de chaleur comprend un premier élément (46) ayant
une entrée (42) au niveau d'une première extrémité et une
première bride (48) au niveau d'une extrémité opposée. Le
premier élément (46) est réalisé à partir d'un matériau de
nickel-chrome. Un second élément (54) est prévu en ayant
une seconde bride (56) au niveau d'une extrémité couplée à
la première bride (48). Le second élément (54) a en outre
une sortie (44) sur une seconde extrémité opposée à la se-
conde bride (56). Le second élément (54) est réalisé à partir
de titane.



FR 2 980 836 - A1



ECHANGEUR DE CHALEUR FORMANT PREREFROIDISSEUR D'AVION

Contexte de l'invention

L'objet décrit ici concerne un échangeur de chaleur et en particulier un prérefroidisseur d'écoulement de prélèvement destiné à être utilisé avec un système de contrôle environnemental d'avion.

Les avions ont des systèmes de puissance qui sont composés de plusieurs composants, tels que le moteur, le système de contrôle environnemental et un système de gestion thermique. Ces systèmes sont conçus de manière relativement indépendante les uns des autres avec la puissance qui est transférée d'un système à l'autre.

Le système de contrôle environnemental fournit l'air sous pression à la cabine et au poste de pilotage. Ceci est typiquement réalisé en utilisant un groupe de réfrigération de bord. L'air, désigné sous le terme d'air de prélèvement, est extrait de l'étage de compresseur du moteur. L'air de prélèvement quitte le moteur à une température élevée (par exemple supérieure à 1000 °F (537,8 °C)) et doit être refroidi avant une nouvelle utilisation. L'air de prélèvement extrait du moteur est typiquement refroidi par un moteur ou un prérefroidisseur (HX) monté sur un arbre de rotor qui utilise l'air du ventilateur du moteur en tant que refroidisseur. Le prérefroidisseur maintient les températures des conduits d'air de prélèvement raccordés au système de contrôle environnemental au-dessous de la température d'autoallumage des vapeurs du carburéacteur/de carburant qui peuvent fuir des réservoirs de carburant d'aile et central adjacents. L'air de prélèvement est ensuite comprimé dans la section de compresseur d'un groupe de réfrigération de bord. Le refroidissement supplémentaire de l'air de prélèvement peut être réalisé dans un échangeur de chaleur secondaire, à nouveau en utilisant de l'air dynamique. L'air de prélèvement est ensuite typiquement expansé à la pression souhaitée sur la section de turbine. L'énergie générée pendant le processus d'expansion peut être utilisée pour entraîner l'étage de compresseur et également en outre pour faire

chuter la température de l'air de prélèvement. L'air de prélèvement refroidi est mélangé avec l'air de recirculation de la cabine, pour maintenir la température de l'air à un niveau souhaité.

5 Il faut noter que tandis que le système de contrôle environnemental est nécessaire pour le fonctionnement de l'avion, le poids du système peut avoir un impact moins souhaitable sur la performance du carburant ou la capacité de transport du véhicule. Par conséquent, alors que les systèmes de contrôle environnementaux existants sont appropriés pour leurs buts prévus, il existe un besoin
10 d'amélioration, en particulier pour fournir un échangeur de chaleur plus léger.

Brève description de l'invention

15 Selon un aspect de l'invention, on propose un échangeur de chaleur. L'échangeur de chaleur comprend un premier élément ayant une entrée au niveau d'une première extrémité et une première bride au niveau de l'extrémité opposée. Le premier élément est généralement creux pour définir une première trajectoire d'écoulement entre l'entrée et la première bride, le premier élément étant réalisé avec un matériau
20 de nickel-chrome. Un deuxième élément est prévu avec une seconde bride à une extrémité. La seconde bride est couplée à la première bride, le second élément ayant en outre une sortie sur une seconde extrémité opposée de la seconde bride, le second élément étant généralement creux pour définir une seconde trajectoire d'écoulement entre la
25 seconde bride et la sortie, le second élément étant réalisé à partir de titane.

De manière avantageuse, le premier élément peut avoir une première bride au niveau de la seconde extrémité.

30 De manière avantageuse, le second élément peut avoir une seconde bride au niveau de la première extrémité.

De manière avantageuse, la première bride peut être couplée à la seconde bride.

35 De manière avantageuse, le premier élément peut comprendre une première surface externe avec une pluralité de premières ailettes disposées sur cette dernière.

De manière avantageuse, le second élément peut comprendre une seconde surface externe avec une pluralité de secondes ailettes disposées sur cette dernière.

5 De manière avantageuse, le second élément peut être réalisé à partir d'un titane pur distribué dans le commerce ou à partir d'un alliage de titane.

De manière avantageuse, le premier élément peut avoir une longueur égale ou supérieure à 60 % de la longueur totale du premier élément et du second élément.

10 De manière avantageuse, le second élément peut avoir une longueur égale à 40 % de la longueur totale du premier élément et du second élément.

Selon un autre aspect de l'invention, on propose un système d'échangeur de chaleur pour un avion ayant un moteur comportant un
15 étage de ventilateur et un étage de compresseur. Le système d'échangeur de chaleur comprend un premier conduit configuré pour recevoir l'air de prélèvement de l'étage de compresseur et un système de contrôle environnemental. On prévoit également un échangeur de chaleur formant prérefroidisseur avec un premier élément ayant une
20 entrée au niveau d'une première extrémité couplée de manière fluide au premier conduit, le premier élément étant réalisé à partir d'un matériau de nickel-chrome. Un second élément est couplé de manière fluide en série au premier élément, le second élément ayant une sortie couplée de manière fluide au système de contrôle environnemental, le second
25 élément étant réalisé à partir de titane.

De manière avantageuse, le système d'échangeur de chaleur peut comprendre un second conduit configuré pour recevoir l'air à partir de l'étage de ventilateur et laisser s'écouler l'air sur le premier élément et le second élément en parallèle.

30 De manière avantageuse, le premier élément peut comprendre une première surface externe avec une pluralité de premières ailettes disposées sur cette dernière, le second élément peut comprendre une seconde surface externe avec une pluralité de secondes ailettes disposées sur cette dernière, et le second conduit peut être agencé pour
35 laisser s'écouler l'air sur la pluralité de premières ailettes et la pluralité de secondes ailettes.

Selon un autre aspect de l'invention, on propose un procédé pour refroidir l'air pour un système environnemental d'avion. Le procédé comprend l'étape consistant à prévoir un premier élément ayant une entrée au niveau d'une première extrémité, le premier élément étant
5 réalisé à partir d'un matériau de nickel-chrome. Un second élément est couplé de manière fluide en série au premier élément, le second élément ayant en outre une sortie sur une seconde extrémité, le second élément étant réalisé à partir de titane.

De manière avantageuse, le premier élément peut être configuré
10 pour recevoir l'air à une première température à environ 1058 °F et refroidir l'air à une seconde température inférieure à 830 °F (443,3 °C) au niveau d'une bride sur une extrémité opposée de l'entrée.

De manière avantageuse, le procédé peut comprendre l'étape consistant à laisser s'écouler l'air en parallèle sur le premier élément et
15 le second élément.

De manière avantageuse, le procédé peut comprendre en outre l'étape consistant à prévoir une pluralité de premières ailettes disposées sur une première surface externe du premier élément.

De manière avantageuse, le procédé peut comprendre en outre
20 l'étape consistant à prévoir une pluralité de secondes ailettes disposées sur une seconde surface externe du second élément.

De manière avantageuse, le second élément peut être configuré pour recevoir l'air à une deuxième température et pour refroidir l'air à une troisième température inférieure à environ 465 °F (240 °C) à la
25 sortie.

Ces avantages et caractéristiques, ainsi que les autres ressortiront plus clairement d'après la description suivante prise conjointement aux dessins.

30 Brève description des dessins

L'objet, qui est considéré comme étant l'invention, est particulièrement indiqué et distinctement revendiqué dans les revendications à la fin de la description. Les caractéristiques et avantages précédents ainsi que les autres de l'invention ressortiront
35 plus clairement d'après la description détaillée suivante prise conjointement avec les dessins d'accompagnement, dans lesquels :

la figure 1 est une vue schématique d'un système de contrôle environnemental et de moteur d'avion selon un mode de réalisation de l'invention ; et

la figure 2 est une vue latérale d'un échangeur de chaleur formant prérefroidisseur destiné à être utilisé avec le système de contrôle environnemental de la figure 1.

La description détaillée explique les modes de réalisation de l'invention, conjointement aux avantages et aux caractéristiques, à titre d'exemple en référence aux dessins.

Description détaillée de l'invention

Réduire le poids des composants d'avion est souhaitable étant donné que les réductions permettent une économie de carburant améliorée et une capacité de transport accrue de l'avion. Les modes de réalisation de la présente invention proposent un échangeur de chaleur formant prérefroidisseur qui présente des avantages en ayant un poids réduit. Les modes de réalisation de l'invention proposent un échangeur de chaleur formant prérefroidisseur ayant un premier étage réalisé à partir d'un premier matériau pouvant fonctionner à des températures d'air très élevées et un second étage réalisé avec un second matériau plus léger.

La figure 1 illustre un moteur 22 qui comprend une section de ventilateur 24, une section de compresseur 26 et une section de turbine 28 pour un avion. Le moteur 22 reçoit l'air à travers le ventilateur 24 et comprime l'air dans le compresseur 26. L'air est combiné avec un combustible et brûlé dans une chambre de combustion 30 qui augmente la température et la pression de l'air. L'air chauffé est ensuite expansé à travers la turbine pour générer la poussée afin de faire fonctionner l'avion.

Un conduit 32 est couplé à la section de compresseur 26 pour extraire l'air, parfois désigné sous le terme d'air de prélèvement, du moteur 22. En raison de la compression de l'air, l'air de prélèvement peut avoir une température aussi élevée que 1100 °F (593,3 °C) en fonction du fonctionnement du moteur 22. L'air de prélèvement s'écoule vers un échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34, qui réduit la température de l'air pour lui permettre d'être utilisé par d'autres composants. Dans l'exemple de réalisation, l'échangeur de chaleur

formant prérefroidisseur 34 réduit la température de l'air de prélèvement d'environ 1050 °F (565,5 °C) à 450 °F (232,2 °C). Comme cela sera abordé de manière plus détaillée ci-dessous, l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 comprend des composants fabriqués à partir de différents matériaux qui réduisent le poids de l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 tout en permettant le fonctionnement à des températures d'air de prélèvement élevées.

Un second conduit 36 est couplé à l'étage de ventilateur 24 pour aspirer l'air de refroidisseur du moteur 22 avant la compression. Le second conduit 36 fait écouler l'air de l'étage de ventilateur 24 sur et autour de l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34. L'écoulement de l'air du conduit 36 transfère l'énergie thermique de l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 et la distribuer à l'environnement. Dans l'exemple de réalisation, l'écoulement de l'air du conduit 36 est agencé selon une configuration d'écoulement croisée avec l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34. Il faut noter que le conduit 36 peut également être agencé selon une configuration à contre-écoulement ou écoulement parallèle avec l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 pour fournir la performance d'échange de chaleur souhaitée.

L'air de prélèvement refroidi provenant de l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 est transféré via un conduit 38 dans le compensateur du système de contrôle environnemental 40. Le système de contrôle environnemental 40 peut comprendre un ou plusieurs dispositifs de turbine de compresseur qui continuent à refroidir et à extraire l'énergie de l'énergie de l'air de prélèvement. Le système de contrôle environnemental 40 peut également comprendre des dispositifs auxiliaires comprenant des soupapes, des séparateurs d'eau et des mélangeurs d'air par exemple. Les conduits 32, 36, l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 et le système de contrôle environnemental 40 peuvent être collectivement désignés sous le terme de système 20, dans cet exemple. L'homme du métier peut adapter l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 pour être utilisé avec n'importe quel système de contrôle environnemental de l'art antérieur approprié tel que celui décrit dans le brevet américain communément détenu US-6 817 515 intitulé « Système intégré pour fournir le contrôle environnemental d'un avion », par exemple.

En référence maintenant à la figure 2, un échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 est représenté en ayant une entrée 42 et une sortie 44. L'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 comprend un premier élément 46 du côté de l'entrée. Le premier élément 46 a une bride 48 opposée à l'entrée 42. Le premier élément 46 est sensiblement creux, permettant à l'air de prélèvement de s'écouler le long d'une trajectoire d'écoulement, depuis l'entrée 42 vers la bride 48. Le premier élément 46 a une surface externe 50 généralement rectangulaire. Une pluralité d'ailettes 52 sont disposées sur la surface externe 50 afin de faciliter le transfert de l'énergie thermique de l'air de prélèvement vers l'air situé dans le conduit 36. Dans l'exemple de réalisation, le premier élément 46 est réalisé avec un super alliage à base de nickel-chrome austénitique, tel que l'Inconel® fabriqué par Special Metals Corporation, ayant une densité d'environ 0,30 - 0,32 livre/pouce³ (8301 - 8858 kg/m³).

L'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34 comprend un second élément 54 du côté de la sortie 44. Le second élément 54 comprend une bride 56 qui est couplée à la bride 48 par une pluralité de boulons 58. Les brides 48, 56 peuvent comprendre un joint d'étanchéité 59, tel qu'un joint d'étanchéité en C ou un joint d'écrasement, par exemple. Le second élément 54 est sensiblement creux, permettant à l'air de prélèvement de s'écouler le long d'une trajectoire d'écoulement, de la bride 56 à la sortie 44. Le second élément 54 comprend une surface externe 62 généralement rectangulaire. Une pluralité d'ailettes 60 sont disposées sur la surface 62 afin de faciliter en outre le transfert de l'énergie thermique de l'air de prélèvement à l'intérieur du second élément 54 à l'air situé dans le conduit 36. Il faut noter que l'air de prélèvement s'écoule à travers le premier élément 46 et le second élément 54 dans un agencement en série alors que l'air du ventilateur provenant du conduit 36 s'écoule sur le premier élément 46 et le second élément 54 dans un agencement parallèle.

Dans l'exemple de réalisation, le second élément 54 est réalisé à partir de titane pur distribué dans le commerce. Comme utilisé ici, le titane pur distribué dans le commerce a une pureté égale ou supérieure à environ 99 % et a une densité de 0,16 livre/pouce³ (4429 kg/m³). L'utilisation du titane pur distribué dans le commerce fournit des

avantages de réduction de poids par rapport à un titane allié (environ 45 % plus léger) tout en ayant une conductivité thermique plus élevée (11 - 13 Btu/(hr °F ft), 19,04 - 22,5 W/(m K)) que l'Inconel (8,4 Btu/(hr °F ft), 14,54 W/(m K)).

5 Pendant le fonctionnement, l'air de prélèvement est extrait du moteur 22 à une température allant jusqu'à environ 1160 °F (626,7 °C) et passe par le conduit 32 jusqu'à la sortie 42 de l'échangeur de chaleur formant prérefroidisseur 34. Lorsque l'air de prélèvement passe par le premier élément 46, l'énergie thermique est extraite et transférée en
10 passant par les ailettes 52 en vapeur d'air par le conduit 36. La température de l'air de prélèvement chute d'environ 1160 °F (626, 7 °C) à moins de 830 °F (443,3 °C) au niveau du joint de bride. Dans l'exemple de réalisation, la longueur du premier élément 46 est égale ou supérieure à environ 60 % de la longueur totale du premier élément 46
15 et du second élément 54 pour obtenir cette chute de température. Dans un mode de réalisation, la longueur du premier élément 46 est d'environ 327 millimètres. Etant donné que l'air de prélèvement continue à s'écouler en série à travers le second élément 54, l'énergie thermique supplémentaire est transférée par les ailettes 60 jusqu'à l'air
20 situé dans le conduit 36. La température de l'air de prélèvement diminue d'environ 830 °F (443,3 °C) à environ 465 °F (240,6 °C) à la sortie 44. Dans l'exemple de réalisation, la longueur du second élément 54 est d'environ 40 % de la longueur totale du premier élément 46 et du second élément 54 pour obtenir cette chute de température. Dans un
25 mode de réalisation, la longueur du second élément 54 est d'environ 218 millimètres.

Alors que l'invention a été décrite de manière détaillée conjointement uniquement avec un nombre limité de modes de réalisation, on comprend facilement que l'invention n'est pas limitée à
30 de tels modes de réalisation. Au lieu de cela, l'invention peut être modifiée pour comprendre n'importe quel nombre de variantes, modifications, substitutions ou agencements équivalents non décrits jusqu'à présent, mais qui correspondent à la portée de l'invention, qui est définie par les revendications. De plus, alors que différents modes de
35 réalisation de l'invention ont été décrits, il faut comprendre que les aspects de l'invention peuvent comprendre uniquement certains des modes de réalisation décrits. Par conséquent, l'invention n'est pas

limitée par la description précédente, mais est uniquement limitée par la portée des revendications jointes.

REVENDICATIONS

1. Echangeur de chaleur (34), comprenant :
un premier élément (46) ayant une entrée (42) au niveau d'une
5 première extrémité et d'une seconde extrémité opposée, le premier
élément (46) étant généralement creux pour définir une première
trajectoire d'écoulement entre l'entrée (42) et la seconde extrémité, le
premier élément (46) étant réalisé avec un matériau de nickel-chrome ;
et
10 un second élément (54) couplé au niveau d'une première
extrémité à la seconde extrémité du premier élément (46), le second
élément (54) ayant une sortie (44) sur une seconde extrémité opposée à
la première extrémité, le second élément (54) étant généralement creux
pour définir une seconde trajectoire d'écoulement entre la première
15 extrémité et la sortie (44), le second élément (54) étant réalisé à partir
de titane.
2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel
le premier élément a une première bride au niveau de la seconde
extrémité, dans lequel le second élément a une seconde bride au niveau
20 de la première extrémité, et dans lequel la première bride est couplée à
la seconde bride.
3. Echangeur de chaleur (34) selon la revendication 1 ou 2,
dans lequel le premier (46) élément comprend une première surface
externe (50) avec une pluralité de premières ailettes (52) disposées sur
25 cette dernière.
4. Echangeur de chaleur (34) selon la revendication 3, dans
lequel le second élément (54) comprend une seconde surface
externe (62) avec une pluralité de secondes ailettes (60) disposées sur
cette dernière.
- 30 5. Echangeur de chaleur (34) selon l'une quelconque des
revendications précédentes, dans lequel le second élément (54) est
réalisé à partir d'un titane pur distribué dans le commerce.
6. Echangeur de chaleur (34) selon l'une quelconque des
revendications 1 à 4, dans lequel le second élément (54) est réalisé à
35 partir d'un alliage de titane.
7. Echangeur de chaleur (34) selon l'une quelconque des
revendications précédentes, dans lequel le premier élément (46) a une

longueur égale ou supérieure à 60 % de la longueur totale du premier élément (46) et du second élément (54).

8. Echangeur de chaleur (34) selon la revendication 7, dans lequel le second élément (54) a une longueur égale à 40 % de la longueur totale du premier élément (46) et du second élément (54).

9. Système d'échangeur de chaleur (20) pour un avion ayant un moteur (22) comportant un étage de ventilateur (24) et un étage de compresseur (26), le système d'échangeur de chaleur (20) comprenant :

un premier conduit (32) configuré pour recevoir l'air de prélèvement de l'étage de compresseur (26) ;

un système de contrôle environnemental (40) ; et

l'échangeur de chaleur (34) selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'entrée étant couplée de manière fluide au premier conduit, et la sortie étant couplée de manière fluide au système de contrôle environnemental.

10. Système d'échangeur de chaleur (20) selon la revendication 9, comprenant en outre un second conduit (36) configuré pour recevoir l'air de l'étage de ventilateur (24) et faire écouler l'air sur le premier élément (46) et un second élément (54) en parallèle.

11. Système d'échangeur de chaleur (20) selon la revendication 10, dans lequel le premier élément (46) comprend une première surface externe (50) avec une pluralité de premières ailettes (52) disposées sur cette dernière, le second élément (54) comprend une seconde surface externe (62) avec une pluralité de secondes ailettes (60) disposées sur cette dernière, et le second conduit (36) est agencé pour laisser s'écouler l'air sur la pluralité de premières ailettes (52) et la pluralité de secondes ailettes (60).

12. Procédé de refroidissement d'air pour un système d'échangeur de chaleur (20) pour un avion, tel que défini à la revendication 9, le procédé comprenant les étapes consistant à :

prévoir un premier élément (46) ayant une entrée (42) au niveau d'une première extrémité, le premier élément (46) étant réalisé à partir d'un matériau de nickel-chrome ; et

prévoir un second élément (54) couplé de manière fluide en série au premier élément (46), le second élément (54) ayant en outre une sortie (44) sur une seconde extrémité, le second élément étant réalisé à partir de titane ;

dans lequel le premier élément (46) est configuré pour recevoir l'air à une première température à environ 1058 °F (570 °C) et refroidir l'air à une seconde température inférieure à 830 °F (444 °C) au niveau d'une bride (48) à une extrémité opposée du premier élément (46) à l'entrée.

13. Procédé selon la revendication 12, comprenant en outre l'étape consistant à laisser s'écouler l'air en parallèle, sur le premier élément (46) et le second élément (54).

14. Procédé selon la revendication 13, comprenant en outre l'étape consistant à prévoir une pluralité de premières ailettes (52) disposées sur une première surface externe (50) du premier élément (46).

15. Procédé selon la revendication 14, comprenant en outre l'étape consistant à prévoir une pluralité de secondes ailettes (60) disposées sur une seconde surface externe (62) du second élément (54).

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel le second élément (54) est réalisé à partir de titane pur distribué dans le commerce.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 16, dans lequel le second élément (54) est configuré pour recevoir l'air à la deuxième température et pour refroidir l'air à une troisième température inférieure à environ 465 °F (240 °C) au niveau de la sortie (44).

1/2

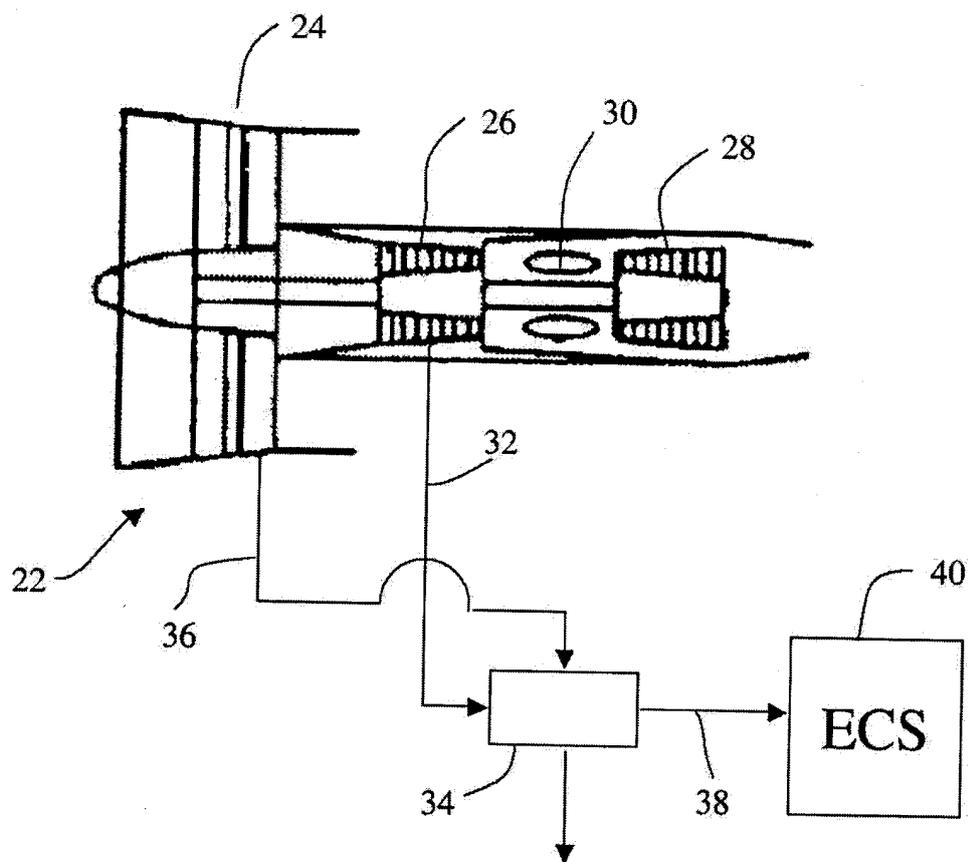


FIG. 1

20

2/2

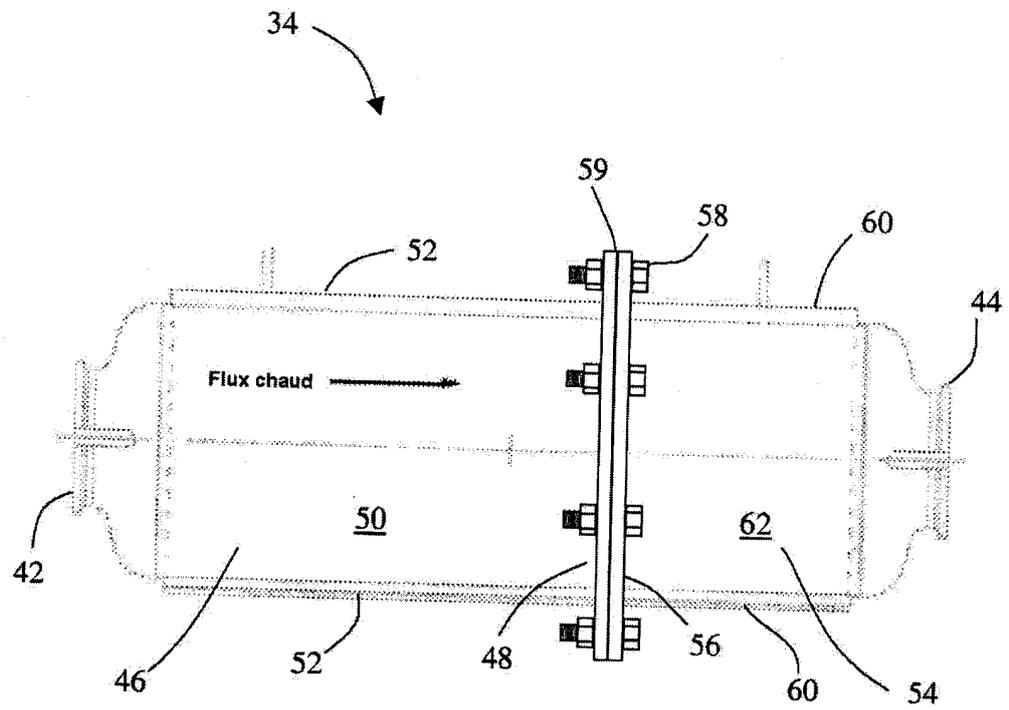


FIG. 2