

Brevet N°

87801

du 10 septembre 1990

Titre délivré 18 FEV. 1991

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

BL-4389

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

L'organisation à but non lucratif dite : "Institute of Gas Technology, 3424 South State Street, CHICAGO, Illinois 60616, U.S.A." (1)

Représentée par : Ernest T. FREYLLINGER & Ernest MEYERS, Office de brevets FREYLLINGER & ASSOCIES, BP 1, 321 rte d'Arlon L-8001 STRASSEN (3)

dépose(nt) ce dix septembre mil neuf cent quatre-vingt-dix à 15.00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg: (4)

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant: (5)

"Empilement de piles à combustible à collecteurs entièrement internes"

2. la description en langue française de l'invention en trois exemplaires:

3. 3 planches de dessin, en trois exemplaires:

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 10 septembre 1990

5. la délégation de pouvoir, datée de le :

6. le document d'ayant cause (autorisation):

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont): (6)

Leonard G. Marianowski Randy J. Petri
506 South Elmhurst Road 3223 Eder Street
Mount Prospect, Illinois Highland, Indiana 46322, U.S.A.
60056, U.S.A.

Mark G. Lawson
3644 Kenilworth Avenue
Berwyn, Illinois 60402, U.S.A.

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de brevet d'invention déposée(s) en (8) U.S.A. (7)

le (9) 10 avril 1990

sous le N° (10) 07/505 293

au nom de (11) des inventeurs

élit(élisent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg

321 rte d'Arlon, BP 1, L-8001 Strassen (12)

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées, avec ajournement de cette délivrance à mois. (13)

Le déposant / mandataire: (14)

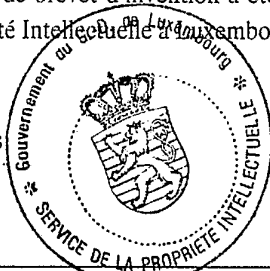
II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du: 10 septembre 1990

à 15.00 heures

Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,
p: d.

Le chef du service de la propriété intellectuelle,



A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT.

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No du - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu: "représenté par agissant en qualité de mandataire" - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, par l'indication de l'office receveur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé.

REVENDICATION DE LA PRIORITE

de la demande de brevet / du modèle d'utilité

En ETATS-UNIS

Du 10 avril 1990

No. 07/505 293

Mémoire Descriptif

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

au

Luxembourg

au nom de :

INSTITUTE OF GAS TECHNOLOGY
3424 South State Street
CHICAGO, Illinois 60616
U.S.A.

pour :

"Empilement de piles à combustible à
collecteurs entièrement internes"

**EMPILEMENT DE PILES A COMBUSTIBLE A COLLECTEURS
ENTIEREMENT INTERNES**

HISTORIQUE DE L'INVENTION

DOMAINE DE L'INVENTION

1 L'invention concerne des empilements de piles à
combustible à collecteurs internes et plus particulière-
ment un procédé pour fermer de manière étanche des
empilements de piles à combustible à collecteurs entiè-
5 rement internes au moyen de joints humides, uniquement
entre l'électrolyte et les plaques de séparateur
métalliques afin d'assurer une stabilité de longue durée.
D'une manière générale, les unités de production
de courant à piles à combustible sont constituées d'un
10 grand nombre de piles individuelles empilées séparées
par des plaques de séparateur inertes ou en métal ferreux
conducteur et électriquement bipolaire. Les piles
individuelles sont placées les unes sur les autres et
assemblées pour former une seule unité empilée, de façon
15 à obtenir la production d'énergie électrique requise
de la pile à combustible. Chaque cellule particulière
comprend généralement une anode et une cathode, une plaque
d'électrolyte commune et une source de combustible et
de gaz oxydant. Les gaz servant de combustible et
20 d'oxydant sont introduits par les collecteurs vers leurs
compartiments de réaction correspondants, entre la plaque
de séparateur et la plaque d'électrolyte. La zone de
contact entre l'électrolyte et les autres constituants

1 de la pile est appelée "le joint humide" et assure la
séparation des gaz combustible et oxydant et empêche
et/ou minimise les fuites de gaz. Un facteur important
auquel on attribue la défaillance prématurée des piles
5 à combustible est la corrosion et la fatigue dans la
zone du joint humide. Cette défaillance est accélérée
par le contact avec l'électrolyte corrosif à température
élevée et par les tensions thermiques importantes qui
résultent des fortes variations de température pendant
10 le cycle thermique de la pile, ce qui provoque un
affaiblissement de la structure par fissuration
intercristalline et transcristalline. Ces défaillances
donnent lieu à un passage indésirable de gaz combustible
et/ou oxydant et à des fuites de gaz vers l'extérieur
15 qui interrompent les réactions d'oxydation et de réduction
souhaitées ceci provoquant la défaillance et, finalement,
la mise à l'arrêt de la production de courant par la
pile. Dans les conditions de fonctionnement des piles
à combustible, c'est-à-dire dans la gamme d'environ 500
20 à 700°C, les électrolytes à base de carbonate fondu sont
très corrosifs pour les métaux ferreux qui sont requis
pour les boîtiers et les plaques de séparateur pour les
piles à combustibles à cause de leur solidité. Le
fonctionnement à température élevée des empilements de
25 piles à combustible au carbonate fondu augmente à la
fois les difficultés dues à la corrosion et celles dues
aux sollicitations thermiques dans la zone du joint
humide, spécialement lorsque les coefficients de
dilatation thermique des matériaux voisins sont
30 différents.

La présente invention propose le placement
de collecteurs entièrement internes pour les gaz
combustibles et oxydants alimentant les différentes
cellules d'un empilement assemblé, d'une manière qui
35 permet l'utilisation de joints humides électrolyte/métal

1 et qui, grâce à la conception des constituants de la
pile, assurent une durabilité prolongée et la stabilité
du fonctionnement de la pile à combustible.

5 DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Les empilements de piles à combustibles au
carbonate fondu existant dans le commerce peuvent contenir
jusqu'à 600 piles différentes, ayant chacune une zone
plane d'un ordre de grandeur de 8 pieds carrés (0,75 m²).
10 Lorsqu'on empile ces piles individuelles, des plaques
de séparateur séparent les différentes cellules avec
le combustible et l'oxydant introduits chacun entre un
jeu de plaques de séparateur, le combustible étant
introduit entre une face de plaque de séparateur et le
15 côté anodique d'une matrice d'électrolyte, tandis que
l'oxydant est introduit entre l'autre face du séparateur
et le côté cathodique d'une deuxième matrice
d'électrolyte.

Dans le développement des piles à combustible
20 on a surtout envisagé la création de collecteurs externes
pour les gaz combustibles et oxydants en utilisant des
collecteurs à tuyauteries physiquement séparables de
l'empilement des piles à combustible. Toutefois, les
entrées et les sorties de chaque pile doivent être
25 ouvertes vers les collecteurs d'entrée et de sortie
correspondants qui doivent être fixés à l'extérieur de
l'empilement des piles. Pour empêcher tout court-circuit
électrique, il faut prévoir une isolation entre les
collecteurs métalliques et l'empilement des piles. Les
30 collecteurs disposés à l'extérieur ont donné lieu à de
graves difficultés pour ce qui concerne le maintien de
joints appropriés pour les gaz à l'interface collecteur/
joint de collecteur/empilement de piles, tout en empêchant
l'introduction de carbonate dans le joint, suivant le
35 gradient de potentiel de l'empilement des piles. On a

- 1 utilisé différentes combinaisons pour isoler le collecteur
 métallique de l'empilement des piles mais, compte tenu
 de la difficulté de réaliser un joint glissant étanche
 au gaz et électriquement isolant tout en étant imperméable
 5 au carbonate dans les conditions de température élevée
 des piles à combustible au carbonate fondu, aucune
 solution satisfaisante n'a pu être trouvée. Le problème
 de la réalisation des collecteurs et des joints devient
 encore plus difficile lorsqu'on utilise pour l'empilement
 10 des piles un plus grand nombre de piles et des surfaces
 planes plus importantes. Lorsqu'on utilise un plus grand
 nombre de piles, le potentiel électrique entraînant le
 carbonate dans la zone du joint sur la hauteur de
 l'empilement augmente et, lorsque la surface plane de
 15 la pile augmente, les tolérances linéaires de chaque
 constituant et l'alignement latéral de chaque constituant
 deviennent extrêmement difficiles à respecter afin
 d'assurer l'ajustage des surfaces d'étanchéité entre
 collecteur/joints de collecteur/empilements de piles.
- 20 Les empilements de piles contenant 600 piles peuvent mesurer
 environ 10 pieds de haut (3 mètres) et donnent lieu à
 de graves difficultés pour réaliser des collecteurs
 externes ayant la rigidité requise et pour l'application
 de la force de serrage requise pour presser le collecteur
 25 contre l'empilement des piles. Par suite des gradients
 thermiques entre l'assemblage des piles et des conditions
 de fonctionnement des piles, des dilatations thermiques
 différentielles et de la rigidité nécessaire des matériaux
 utilisés pour les collecteurs, il faut respecter des
 30 tolérances étroites et résoudre des problèmes techniques
 très difficiles.

D'une manière classique, les empilements de
 piles à combustible au carbonate fondu sont réalisés
 chacun avec des bandes d'espacement autour de la
 35 périphérie d'une plaque de séparateur, afin de former

1 des joints humides et d'obtenir des collecteurs d'entrée
et de sortie. Différents moyens pour assurer l'étanchéité
par rapport au milieu ambiant dans la zone des joints
humides des piles à combustible à haute température ont
5 été décrits dans le brevet U.S. 4,579,788 et comportent
l'utilisation de bandes pour joints humides fabriquées
en utilisant les techniques de la métallurgie des poudres;
le brevet U.S. 3,723,186 décrit l'électrolyte lui-même,
qui est constitué de matériaux inertes dans les régions
10 autour de la périphérie afin de réaliser un joint
périphérique inerte entre l'électrolyte et le châssis
ou le boîtier; le brevet U.S. 4,160,067 décrit le dépôt
de matériaux inertes sur le boîtier ou le séparateur
de la pile à combustible ou l'imprégnation de ces pièces
15 dans les zones du joint humide; le brevet U.S. 3,867,206
décrit un joint humide entre une matrice saturée
d'électrolyte et le bord périphérique saturé d'électrolyte
des électrodes; le brevet U.S. 4,761,348 décrit des rails
périphériques en matériau imperméable au gaz pour assurer
20 la fonction d'étanchéité au gaz en isolant l'anode et la
cathode des gaz oxydant et combustible respectivement;
le brevet U.S. 4,329,403 décrit une composition
d'électrolyte variable permettant une transition plus
graduelle du coefficient de dilatation thermique lorsqu'on
25 passe des électrodes à la région intérieure de
l'électrolyte; et le brevet U.S. 3,514,333 décrit le
placement des électrolytes à base de carbonates de métaux
alcalins dans les piles à combustible à haute température
en utilisant un mince joint d'étanchéité en aluminium.
30 Aucun des brevets précités n'envisage l'étanchéité interne
du combustible et de l'oxydant dans les empilements de
piles à combustible.

L'étanchéité au gaz d'une pile à combustible
à l'acide phosphorique fonctionnant à environ 150 à 220°C
35 en remplissant les pores d'un matériau poreux constituant

1 la périphérie de la pile avec du carbure de silicium et/ou
du nitrure de silicium a été décrite dans le brevet U.S.
4,781,727, et l'imprégnation des espaces interstitiels du
bord de la place de support est décrite dans les brevets
5 U.S. 4,786,568 et 4,824,739. Les solutions des problèmes
d'étanchéité et de corrosion qui se rencontrent dans les
cellules électrolytiques à basse température peuvent
comporter la fixation d'un matériau inerte en grains par
le polytétrafluoréthylène telle que décrite dans le brevet
10 U.S. 4,259,389, les joints en polyéthylène décrits dans le
brevet U.S. 3,012,086 et les joints toriques décrits dans
le brevet U.S. 3,589,941 pour réaliser uniquement les
collecteurs internes du combustible, mais ces solutions
ne conviennent pas pour les piles à combustible à
15 carbonate fondu fonctionnant à haute température.

Le brevet U.S. 4,510,213 décrit des châssis
de transition entourant la partie active des unités des
piles afin de créer des collecteurs à combustible et
à oxydant allant vers les compartiments à gaz des piles
20 individuelles, lesdits collecteurs ne traversant ni les
séparateurs ni les plaques d'électrolyte des piles. Les
châssis de transition nécessitent une isolation compliquée
entre les piles voisines et sont constitués de plusieurs
pièces séparées et compliquées. Le brevet U.S. 4,708,916
25 décrit des collecteurs internes pour combustible et
des collecteurs externes pour oxydant destinés aux piles
à combustible à carbonate fondu, dans lesquels des séries
de collecteurs à combustible traversent les électrodes
ainsi que les électrolytes et les séparateurs dans une
30 partie centrale et aux extrémités opposées des piles
individuelles, de façon à obtenir des trajets d'écoulement
raccourcis pour le combustible. Les collecteurs à
combustibles terminaux sont situés dans une zone de la
paroi à bords épaissis de la plaque de séparateur tandis
35 que les collecteurs à combustibles centraux traversent

1 une zone centrale épaissie et un ruban d'étanchéité
imprégné de carbonate où des inserts de conduits
cylindriques séparés sont prévus à travers la cathode.

Les collecteurs internes ont également été
5 réalisés en prévoyant des trous de collecteur multiples
sur les bords opposés de la pile, afin d'obtenir ainsi
soit un écoulement à co-courant, soit un écoulement à
contre-courant des gaz combustibles et oxydants. Ces
trous de collecteur pour combustible étaient situés
10 dans une zone de joints humides périphérique élargie
le long des bords opposés, mais les collecteurs
présentaient des structures compliquées à l'extérieur
de l'électrolyte ou traversaient au moins l'une des
électrodes. Toutefois, on a utilisé des trous de
15 collecteur voisins pour combustible et oxydant, mais
ceux-ci donnent lieu à des trajets raccourcis à travers
une zone de joints humides courte et des fuites de gaz,
tout en nécessitant une zone de joint périphérique
élargie qui réduit de manière indésirable la surface
20 active de la pile. D'une manière analogue, les tentatives
antérieures pour réaliser des collecteurs internes ont
eu recours à des trous de collecteur multiples le long
des zones de joint humides périphériques élargies sur
chacun des quatre bords de la pile, afin de réaliser
25 un écoulement transversal mais, une fois encore, des
trajets raccourcis entre les structures compliquées
semblables des collecteurs voisins pour combustibles
et oxydants et entre les trous donnent lieu à des fuites
de gaz et diminuent davantage la surface active des piles.

30

RESUME DE L'INVENTION

L'invention propose des empilements de piles
à combustible avec collecteurs entièrement internes et
convenant spécialement pour les applications dans les
35 empilements de piles à combustible à carbonate fondu

1 fonctionnant à température élevée. Les piles à combustible
à collecteurs entièrement internes propres à la présente
invention conviennent pour toute pile comportant des
éléments plats et spécialement pour les piles à
5 combustible pour haute température telles que les piles
à combustible à oxyde solide. Dans un empilement de piles
à combustible généralement rectangulaire avec plusieurs
piles à combustible unitaires, chaque pile à combustible
unitaire comprend une anode et une cathode à électrolyte
10 en contact sur un côté avec l'anode et en contact sur
le côté opposé avec la cathode, et une plaque de
séparateur séparant les piles unitaires entre l'anode
d'une pile et la cathode d'une pile voisine, de façon
à former un compartiment anodique entre un côté de la
15 plaque de séparateur et un compartiment cathodique entre
le côté opposé de la plaque de séparateur et la cathode.
Les piles à combustible unitaires sont empilées et
présentent des plaques terminales ayant la même
disposition interne que les plaques de séparateur
20 constituant des demi-piles à chaque extrémité
serrées pour conférer une structure rigide à l'empilement
des piles à combustible. Dans les empilements de piles
à combustible de la présente invention, les électrolytes
et les plaques de séparateur ont la même disposition
25 et s'étendent jusqu'au bord de l'empilement des piles
à combustible tandis que les électrodes et les collecteurs
de courant ne s'étendent pas jusqu'au bord de l'empilement
des piles à combustible. Les plaques de séparateur ont
une structure à joint humide périphérique aplatie
30 qui s'étend jusqu'au contact des électrolytes sur chaque
face des plaques de séparateur, complètement autour de
leur périphérie, de façon à former un joint humide
périphérique continu séparateur/électrolyte dans les
conditions de fonctionnement de la pile.
35 Les électrolytes et les plaques de séparateur

1 présentent plusieurs perforations alignées à des
emplacements souhaités, chaque perforation de plaque
de séparateur étant entourée par une structure de joint
humide aplatie pour collecteur venant en contact avec
5 l'électrolyte sur chaque face de la plaque de séparateur
formant un joint humide plaque de séparateur/électrolyte/
collecteur dans les conditions de fonctionnement de la
pile et entourant chaque perforation de façon à
constituer un collecteur pour gaz à travers chaque
10 perforation et s'étendant à travers l'empilement des
piles. Des conduits ou des trous à travers la structure
de joint humide du collecteur prolongé assurent la
communication des gaz entre les collecteurs à combustibles
et les compartiments anodiques sur une face des plaques
15 de séparateur, et des conduits ou des trous à travers la
structure à joint humide de collecteur prolongé
assurent la communication des gaz entre les collecteurs
d'oxydant et les compartiments cathodiques sur l'autre
face des plaques de séparateur. Cette structure permet
20 de réaliser des collecteurs entièrement internes pour
les gaz combustible et oxydant qui vont vers et qui
partent de chaque pile unitaire à combustible dans
l'empilement des piles à combustible.

Les plaques terminales présentent une
25 disposition analogue aux plaques de séparateur sur leurs
côtés intérieurs et sont pourvues de moyens pour permettre
l'alimentation et l'évacuation depuis chacun des ensembles
de collecteurs de l'empilement des piles à combustible.
Des moyens externes pour l'adduction et l'évacuation des
30 gaz combustible et oxydant vers les ensembles
correspondants de collecteurs aux connexions de plaques
terminales peuvent être réalisés en utilisant tout moyen
connu dans cette technique. Par "ensemble de collecteurs"
il faut entendre un premier jeu constituant les entrées
35 de combustible, un deuxième jeu les sorties de combustible

1 épuisé, un troisième jeu l'entrée d'oxydant et un
quatrième jeu la sortie d'oxydant épuisé. Les perforations
à travers les plaques de séparateur et les électrolytes
constituant les collecteurs peuvent être rondes, carrées,
5 rectangulaires, triangulaires ou peuvent présenter toute
autre forme et dimensions souhaitables. Bien que chaque
perforation soit conçue comme étant une perforation
simple, elle peut comporter un déflecteur afin d'assurer
la répartition souhaitée du gaz. On peut prévoir un nombre
10 quelconque de collecteurs à travers les plaques de
séparateur et les électrolytes, suivant les besoins, pour
assurer les débits de gaz et les distributions de gaz
souhaitées dans les zones actives de la pile. Il est
essentiel, du point de vue de la présente invention,
15 de prévoir des joints humides complets directement entre
la plaque de séparateur et l'électrolyte autour de chaque
collecteur, tandis que le bord des collecteurs voisins
est séparé par une distance d'au moins environ 0,25 pouces
(6,3 mm). La présente invention prévoit également de
20 réaliser un joint humide périphérique continu directement
entre la plaque de séparateur et l'extérieur de
l'électrolyte, vers les zones des collecteurs intérieurs.

Dans un mode de réalisation préféré, les plaques
de séparateur conformes à la présente invention sont
25 des plaques minces en métal estampé, présentant des
ondulations dans la zone complètement active de la pile
à combustible et estampées de manière à présenter, sur
une face, les structures de joints humides complètement
périphériques et de collecteurs avec une structure de
30 joints humides en relief soudée à la face opposée de
la plaque de séparateur, afin de créer des joints
périphériques complets et de collecteurs entre la plaque
de séparateur et l'électrolyte sur les faces opposées
des plaques de séparateur.

1 On peut utiliser une structure quelconque pour réaliser
les zones de joint humide prolongée de façon à former
des joints humides directement entre la plaque de
séparateur et l'électrolyte comme, par exemple, des
5 barres, des bandes réalisées par la technique de la
métallurgie des poudres et autres éléments analogues.

Dans un mode de réalisation préféré, les
conduits ou trous à travers la structure de joints humides
du collecteur prolongé assurant la communication du gaz
10 entre le collecteur et les compartiments anodiques et
cathodiques peuvent être formés d'ouvertures en métal
ondulé de manière appropriée ou bien être formés de trous
à travers une structure à barres ou à tôles métalliques.

La présente invention propose des joints humides
15 simples entre les structures aplaties en tôle de métal
mince et l'électrolyte, de façon à assurer ainsi
l'étanchéité d'un conduit de gaz par rapport au conduit
de gaz voisin. Ceci crée un moyen efficace pour obtenir
l'adduction et l'évacuation des gaz par des collecteurs
20 entièrement internes dans les piles à combustibles
corrosives et à haute température comme, par exemple,
les empilements de piles à combustible à carbonate fondu.
L'emploi de la structure de la présente invention offre
également des moyens efficaces et variés pour réaliser
25 des empilements à piles multiples et à carbonate.

La présente invention propose une disposition
des pièces de la pile à combustible pouvant être fabriquée
en série et, en particulier, de la plaque de séparateur,
tout en assurant une fabrication économique. L'emploi
30 des unités de piles à combustible à carbonate fondu
propres à la présente invention permet un assemblage
facile de l'empilement des piles à combustible et une
construction modulaire permettant de faire varier les
dimensions des empilements de piles à combustible .

35 La présente invention propose également un

1 procédé de production d'électricité en utilisant
l'empilement de piles à combustible à collecteur
entièrement interne et, en particulier, des piles à
combustible à carbonates de métaux alcalins fondus.

5

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques de l'invention
apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-
après et des figures en annexe, qui représentent
10 respectivement :

La figure 1, une vue en coupe latérale
schématique éclatée d'une pile unique suivant une
diagonale, afin d'illustrer les principes de l'invention;

La figure 2, une vue éclatée en perspective
15 d'une unité individuelle de pile dans un empilement de
piles à combustible conforme à un mode de réalisation
de la présente invention;

La figure 3, une vue latérale en coupe d'une
zone de joint humide périphérique d'une pile à
20 combustible suivant un mode de réalisation de la présente
invention;

La figure 4, une vue latérale en coupe d'une
pile individuelle montrant l'ouverture depuis un conduit
de collecteur de combustible jusqu'au compartiment
25 anodique;

La figure 5, une vue latérale en coupe de la
pile unitaire représentée à la figure 4 montrant
l'ouverture depuis un conduit de collecteur d'oxydant
jusqu'au compartiment cathodique;

La figure 6, une vue frontale d'un autre mode
30 de réalisation d'une plaque à collecteur pour un
empilement de piles à combustible à collecteur complet
conforme à la présente invention;

La figure 7, une vue de face opposée de la
35 plaque de collecteur représentée à la figure 6;

- 1 La figure 8, une vue agrandie en coupe transversale suivant la ligne 8-8 de la figure 6;
 La figure 9, une vue agrandie en coupe transversale suivant la ligne 9-9 de la figure 6; et
 5 La figure 10, une vue agrandie en coupe transversale suivant la ligne 10-10 de la figure 6.

DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION PREFERES

- La présente invention concerne des empilements
 10 de piles à combustible à collecteur entièrement interne. Dans les modes de réalisation préférés, la plaque d'électrolyte est traversée par les conduits de collecteurs et, dans des zones déterminées, l'électrolyte est au contact de la plaque de séparateur pour réaliser
 15 un joint humide périphérique électrolyte/plaque de séparateur de manière à contenir les fluides dans l'empilement des piles et un joint de collecteur électrolyte/plaque de séparateur pour isoler les compartiments des réactifs et pour amener les fluides
 20 dans et en dehors des compartiments de réactifs à l'intérieur de chaque pile à combustible à carbonate fondu. La présente invention utilise de préférence des plaques de séparateur en feuilles minces comportant des zones de joint estampées s'étendant depuis une face de
 25 la plaque de séparateur et des formes en feuilles minces s'étendant de la face opposée de la plaque de séparateur pour former les zones de joint. Les zones de joint en feuilles minces assurent une flexibilité et une élasticité limitées afin d'obtenir un joint étanche.
- 30 Si l'on examine la figure 1, on y voit une vue schématique éclatée en coupe suivant une diagonale d'un angle à l'autre d'une cellule individuelle d'un empilement de piles à combustible propre à la présente invention, de manière à réaliser l'écoulement des gaz
 35 combustibles et oxydants entièrement à l'intérieur de

1 l'empilement des piles. Conformément à ce mode de
réalisation, il est prévu des trous de collecteur dans
les zones d'angle de l'électrolyte qui s'étend jusqu'au
bord de la pile ainsi que des plaques de séparateur de
5 la pile. Les fluides sont contenus, par suite du contact
entre l'électrolyte et la plaque de séparateur sur chaque
face formant les joints humides classiques, sur chaque
face autour de la périphérie de l'électrolyte. Grâce
à des orifices appropriés assurant la communication du
10 fluide entre les trous de collecteur et les compartiments
anodique et cathodique, le flux gazeux souhaité peut
être réalisé tout en assurant l'étanchéité des trous
de collecteur au moyen de joints humides classiques
électrolyte/plaque de séparateur.

15 Les trous de collecteur en correspondance dans
les plaques de séparateur et les plaques d'électrolyte
forment des conduits de collecteur, qui sont continus
sur toute la hauteur de l'empilement des piles à
combustible, pour l'adduction et l'évacuation des gaz.

20 Cette invention prévoit qu'un conduit de collecteur
s'étendant sur toutes les piles dans un empilement de
piles à combustible est alimenté par un orifice extérieur
unique tandis que les empilements de piles à combustible
à collecteurs externes de la technique antérieure
25 nécessitaient des ouvertures externes depuis et vers
chaque pile à combustible séparée. Les gaz sont amenés
à l'empilement de piles à combustible à travers une plaque
terminale qui joue le rôle d'une demi-pile et sont évacués
par une plaque terminale semblable qui joue le rôle d'une
30 autre demi-pile.

La manière d'amener et d'évacuer les fluides
à l'empilement de piles à combustible peut se réaliser
de différentes façons, l'élément essentiel étant, du
point de vue de la présente invention, que l'étanchéité
35 au gaz soit réalisée par une étanchéité entre la plaque

1 de l'électrolyte et la plaque de séparateur grâce à un
joint humide classique, à la fois autour de la périphérie
de la plaque de séparateur et dans la zone du collecteur
de gaz, suivant les besoins, afin d'amener le gaz aux
5 emplacements souhaités dans chaque cellule particulière.

Comme le montre la figure 1, l'électrolyte
20 et la plaque de séparateur 40 s'étendent jusqu'au
bord extérieur de la pile et sont assemblés de manière
étanche l'un à l'autre sur leur périphérie dans les zones
10 de joints humides 23. A la figure 1, la pile à combustible
individuelle à carbonate fondu est représentée avec
l'anode 26 écartée d'une face de la plaque de séparateur
40, de manière à obtenir un compartiment anodique alimenté
par le trou de collecteur de combustible 24, comme le
15 montre la flèche 38. Sur l'autre face de la plaque de
séparateur 40, la cathode 27 est écartée de la plaque
de séparateur 40 de manière à former un compartiment
cathodique en communication avec les trous de collecteur
à oxydant 25, comme le montre la flèche 39. L'électrolyte
20 et la plaque de séparateur 40 s'étendent jusqu'au
bord extérieur de la pile pour former les zones de joint
humide périphériques 23 qui réalisent des joints humides
périphériques entre l'électrolyte et la plaque de
séparateur pour retenir le fluide. La zone de joint
25 humide 45 du collecteur à combustible et la zone de
joint humide 46 pour l'oxydant assurent l'étanchéité
des collecteurs par les joints humides électrolyte /
plaque de séparateur et assurent le guidage souhaité
du fluide vers les compartiments anodique et cathodique
30 sur les côtés opposés de la plaque de séparateur 40.
On n'utilise pas de joints supplémentaires pour
l'étanchéité et la pile individuelle peut être adaptée
à un grand nombre de techniques d'addition du carbonate,
y compris l'utilisation de bandes de carbonate. Lorsqu'on
35 utilise des bandes de carbonate, les bandes de carbonate

1 et la matrice d'électrolyte s'étendent jusqu'au bord
 de la pile et, quoique l'espace entre les piles diminue
 en proportion de l'épaisseur des bandes de carbonate
 lorsque celles-ci sont fondues, l'étanchéité et la
 5 conformité de tous les éléments de la pile sont conservées
 à tout moment. Pendant le chauffage de la pile, avant
 la fusion de la bande de carbonate, l'étanchéité est
 maintenue autour de chaque trou de collecteur 24 et 25
 parce que les bandes de carbonate et la matrice
 10 d'électrolyte, composées par exemple de LiAlO_2 , s'étendent
 jusque près des surfaces d'étanchéité correspondantes
 et contiennent un liant au caoutchouc. Pendant que ce
 liant brûle, ce qui se produit avant la fusion du
 carbonate, les écoulements de gaz sont maintenus et
 15 l'étanchéité est réalisée. Lorsque le liant est brûlé
 et que la température de la pile a augmenté jusqu'au
 point de fusion du carbonate, le carbonate fondant est
 absorbé par la bande de LiAlO_2 poreuse et par les
 électrodes. L'espacement entre les piles diminue lorsque
 20 les bandes de carbonate fondent mais l'étanchéité de la
 pile est maintenue à tout moment depuis la température
 ambiante jusqu'à la température de fonctionnement
 d'environ 650°C . La flexibilité et l'élasticité limitées
 de la tôle de métal mince dans la zone du joint facilite
 25 le maintien de l'étanchéité de la pile.

La figure 2 est une vue éclatée en perspective
 d'une pile à combustible individuelle faisant partie
 d'un empilement de piles à combustible à carbonate fondu
 et conforme à un mode de réalisation de la présente
 30 invention qui comporte des plaques de séparateur 40,
 une cathode 27, un collecteur de courant cathodique 28,
 des électrolytes 20, une anode 26 et un collecteur de
 courant anodique 29. Les plaques de séparateur 40 et
 les électrolytes 20 s'étendent jusqu'au bord de la pile
 35 et forment des joints humides sur les deux faces des

1 plaques de séparateur 40, sur toute sa périphérie, dans
 les zones de joint humide périphériques 43. Les zones
 de joint humide périphériques 43 s'étendent vers le
 haut et vers le bas depuis le plan général de la plaque
 5 de séparateur 40, afin d'assurer le contact avec la
 périphérie des électrolytes 20 sur les deux faces de
 la plaque de séparateur 40. Les plaques de séparateur
 40 et les plaques d'électrolyte 20 sont traversées toutes
 deux par les trous correspondants du collecteur de
 10 combustible 24 et par les trous du collecteur à oxydant
 25. Dans le mode de réalisation représenté à la figure 2,
 les plaques de séparateur 40 et les plaques d'électrolyte
 20 sont traversées uniquement dans leurs zones d'angle
 par les trous de collecteur, de manière à assurer
 15 l'espacement le plus grand possible entre les trous de
 collecteur. Comme le montre la figure 2, il est préférable
 d'avoir un trou de collecteur dans chaque angle des
 plaques de séparateur 40 et des plaques d'électrolyte
 20. Bien que les trous de collecteur représentés à la
 20 figure 2 présentent une forme triangulaire préférée qui
 permet d'obtenir des zones de joint humide de collecteur
 avec une feuille mince droite facile à mettre en forme,
 les trous de collecteur peuvent être rectangulaires ou
 présenter toute autre forme souhaitée. Les trous de
 25 collecteur représentés à la figure 2 sont de simples
 ouvertures, mais on peut utiliser des cloisons dans ces
 simples ouvertures si l'on désire diriger l'écoulement
 du gaz à travers les compartiments à réactif de la pile.
 Les zones de joint humide 45 du collecteur de
 30 combustible et les zones de joint humide 46 du
 collecteur à oxydant s'étendent à la fois vers le haut
 et vers le bas depuis le plan général de la plaque de
 séparateur 40, de façon à assurer le contact avec
 l'électrolyte 20 sur les deux faces de la plaque de
 35 séparateur 40, de manière à former des joints humides

1 avec l'électrolyte voisin 20 définissant les conduits
de gaz. La surface de l'anode 26 est à peu près à niveau
avec le niveau du joint humide périphérique 43 et le
joint humide 46 du collecteur à oxydant, de façon à
5 réaliser un contact à joint humide entre la plaque de
séparateur 40 et l'électrolyte 20 dans ces zones. Sur
la face opposée de la plaque de séparateur 40, la surface
de la cathode 27 est à peu près à niveau avec le niveau
du joint humide périphérique 43, de façon à réaliser
10 un joint humide 45 du collecteur à combustible en contact
avec la plaque de séparateur 40 et l'électrolyte 20 dans
ces zones.

Comme on le voit le mieux à la figure 2, les
trous 25 du collecteur à oxydant sont rendus étanches
15 par des joints humides 46 pour collecteur à oxydant qui
assurent l'écoulement de l'oxydant uniquement vers le
compartiment cathodique (proche de la face supérieure
de la plaque de séparateur, comme indiqué), par les
orifices d'alimentation d'oxydant 48 et empêchant
20 l'écoulement du gaz depuis ou vers le compartiment
anodique, tandis que les trous 24 du collecteur à
combustible sont rendus étanches par les joints humides
45 du collecteur à combustible qui assurent l'écoulement
du combustible par les orifices d'alimentation de
25 combustible 47 vers le compartiment anodique (proche
de la face inférieure de la plaque de séparateur, comme
indiqué) et empêchant l'écoulement du gaz depuis ou vers
le compartiment cathodique. Bien que les joints humides
de collecteur soient représentés sous forme de structures
30 métalliques en tôle droite estampée, ces joints peuvent
présenter toute forme ou structure souhaitable pour
empêcher le passage du gaz. Les joints humides de
collecteur constituent un joint humide double entre le
trou 24 du collecteur à combustible et le trou 25 du
35 collecteur à oxydant.

1 Les plaques de séparateur 40 peuvent être
constituées de tous matériaux appropriés, à condition
qu'ils présentent la résistance mécanique souhaitée et
assurent la séparation des gaz. Dans de nombreux
5 empilements de piles, il est préférable d'utiliser des
plaques de séparateur bimétalliques, dans lesquelles
on peut utiliser l'acier inoxydable sur la face cathodique
et le nickel ou le cuivre sur la face anodique, de façon
à éviter la corrosion des métaux ferreux. Les plaques de
10 séparateur peuvent également être fabriquées en alliages
ferreux tels que les aciers inoxydables type 300. Les
plaques de séparateur assurent la double fonction de
créer un séparateur non réactif pour le compartiment
à gaz et d'assurer la rigidité mécanique de la pile à
15 combustible en jouant le rôle d'un élément portant
intérieur. Quoiqu'il soit préférable d'utiliser des
plaques de séparateur ayant une forme ondulée en coupe,
de façon à assurer à la fois la solidité et une meilleure
circulation du gaz près des électrodes, les principes
20 de la présente invention sont également applicables à
des plaques de séparateur plates disposées de manière
à créer des zones de joints humides périphériques et
de créer des joints humides autour des trous de collecteur
internes, tout en permettant au gaz de passer depuis
25 et vers les collecteurs internes comme requis pour le
fonctionnement de la pile à combustible. Les plaques
de séparateur internes de l'empilement de piles à
combustibles sont, de préférence, des tôles très minces
de l'ordre d'environ 0,010 pouces (0,25 mm).

30 Les plaques en acier inoxydable estampé ont
été utilisées dans la technique de l'échange de chaleur,
comme décrit par exemple dans les publications "Modern
Designs For Effective Heat Transfer", American Heat
Reclaiming Corp., 1270 Avenue of the Americas, New York,
35 New York 10020 et "Superchanger Plate and Frame Heat

1 Exchanger", Tranter, Inc. Wichita Falls, Texas 76307.
 Ces échangeurs de chaleur utilisent une série de plaques
 métalliques estampées ou gaufrées avec joints, boulonnées
 ensemble entre des châssis d'extrémité de manière à créer
 5 des passages pour le fluide chaud sur un côté de la plaque
 et des passages pour le fluide froid sur l'autre côté
 de la plaque. Toutefois, les plaques de séparateur pour
 empilement de piles à combustible donnent lieu à des
 difficultés différentes en rapport avec l'étanchéité
 10 et la corrosion dans les conditions de fonctionnement
 des piles à combustible avec carbonates de métaux alcalins
 fondus et, compte tenu des dispositions différentes des
 collecteurs, de l'étanchéité et du passage des fluides
 vu que, tout en étant séparés, deux fluides doivent
 15 passer entre les plaques de séparateur voisines. Dans
 le cas de l'échange de chaleur, un fluide seulement passe
 entre des plaques d'échange de chaleur voisines.
 Toutefois, la technique de l'écoulement fluide sur les
 électrodes de l'empilement de piles à combustibles de
 20 la présente invention peut avoir recours avantageusement
 aux techniques et dispositions des échangeurs de chaleur
 à plaques tels que à chevrons, en planches à lessiver,
 avec ondulations droites et avec ondulations mixtes.

La figure 3 représente plus en détail une zone
 25 de joints humides périphériques conforme à un mode de
 réalisation de la présente invention et dans laquelle la
 plaque de séparateur en tôle mince 40 est ondulée et
 présente des pics sur une face de la plaque de support
 28 de la cathode 27 proche des ondulations avec des
 perforations 29 et est formée de manière à obtenir une
 30 zone de joint 44 pour la plaque de séparateur en tôle
 mince plate qui se trouve près de l'électrolyte 20 sur la
 face cathodique de la pile. La bande de joint humide 41
 de la plaque de séparateur est réalisée en bande
 35 métallique mince et est soudée par des soudures 42 ou est

1 fixée autrement à la face anodique de la plaque de
séparateur, de manière à obtenir une zone de joint
humide 43 avec bandes pour la plaque de séparateur plate
qui est à proximité de l'électrolyte 20 sur le côté
5 anodique de la pile. On voit facilement que la position
de la plaque de séparateur et de la bande de joint
humide peut être inversée et que l'espace entre la zone
de joint humide du séparateur 43 et la zone de joint
humide du séparateur 44 peut être disposé de manière à
10 répondre aux impératifs d'espacement des différentes piles

La figure 4 représente une vue en coupe trans-
versale dans un conduit entre le collecteur de combustible
24 et le compartiment anodique, de façon à ce que la zone
de joint humide 45 du collecteur de combustible de
15 la plaque de séparateur entre la face inférieure de la
plaque de séparateur 40 et l'électrolyte 20 empêche le
passage du combustible vers le compartiment cathodique et
assure le passage du combustible vers le compartiment
anodique entre l'anode 26 et la face supérieure de la
20 plaque de séparateur 40. D'une manière analogue, la figure
5 représente une vue en coupe transversale dans un conduit
entre le collecteur à oxydant 25 et le compartiment
cathodique, de façon à ce que la zone de joint humide 44
du collecteur à oxydant de la plaque de séparateur entre
25 la face supérieure de la plaque de séparateur 40 et
l'électrolyte 20 empêche le passage de l'oxydant vers
le compartiment anodique tout en assurant le passage de
l'oxydant vers le compartiment cathodique entre la cathode
27 et la face inférieure de la plaque de séparateur 40.
30 Les passages de combustible et d'oxydant peuvent être
constitués par des ondulations dans la plaque de
séparateur 40, par des trous dans une bande fixée à la
plaque de séparateur 40 ou par tout autre moyen approprié
pour répartir les gaz de la manière souhaitée.

1 Un autre mode de réalisation d'une plaque de
séparateur conforme à la présente invention est représenté
par les figures 6 à 10. Dans ce mode de réalisation,
les collecteurs d'alimentation de combustible et d'oxydant
5 sont disposés alternativement sur les extrémités opposées
de la plaque de séparateur en tôle mince et les
collecteurs de combustible épuisé et d'oxydant épuisé
sont disposés alternativement dans une région centrale
des plaques de séparateur en feuilles minces, de façon
10 à assurer un écoulement du gaz divisé et une meilleure
solidité mécanique des plaques de séparateur minces de
grande surface. Les plaques de séparateur en métal mince
sont constituées de la même manière que décrit ci-dessus
et présentent des ondulations estampées dans les zones
15 actives, de façon à supporter les électrodes et d'obtenir
un volume approprié des compartiments de gaz anodique
et cathodique et avec des zones estampées s'étendant
vers l'extérieur à partir du plan de la plaque de
séparateur mince, de façon à former des zones de joint
20 humide à plaque mince sur une face de la plaque et
une bande métallique en tôle mince mise en forme
s'étendant vers l'extérieur, de façon à former les zones
de joint humide sur l'autre face de la plaque de
séparateur. La figure 6 représente le dessus ou la face
25 frontale d'une plaque de séparateur, tandis que la figure
7 représente la face inverse de la même plaque de
séparateur. Les zones électrochimiquement actives de
la plaque de séparateur 140 sont ondulées, comme on le
voit le mieux à la figure 9, avec une zone de joint
30 humide 123 estampée à la périphérie qui s'étend au-delà
des ondulations pour venir en contact avec l'électrolyte
d'une pile à la périphérie de la zone de joint humide
123 et une bande de joints humides 141 en métal mince
estampé fixée à la périphérie de la face opposée de la
35 plaque de séparateur 140 s'étendant au-delà des

1 ondulations afin d'assurer le contact avec l'électrolyte
 de la pile voisine dans la zone du joint humide
 périphérique 123. Les trous du collecteur d'oxydant 125
 sont disposés alternativement par rapport aux trous de
 5 collecteur de combustible 124 dans les régions terminales
 opposées et les trous de collecteur d'oxydant 125 A sont
 disposés alternativement aux trous de collecteur de
 combustible 124 A dans la zone centrale de la plaque
 de séparateur 140. Les séries de trous de collecteur
 10 d'oxydant et de trous de collecteur de combustible
 assurent, comme le montrent ces figures, l'alimentation
 en combustible et en oxydant aux extrémités opposées de
 la plaque de séparateur 140 et l'évacuation du combustible
 et de l'oxydant dans la zone centrale de la plaque de
 15 séparateur 140. Comme on le voit le mieux à la figure 8,
 l'oxydant est amené par les trous de collecteur 125 et
 traverse les orifices d'alimentation d'oxydant 148 vers
 la surface active de la plaque de séparateur 140, comme
 le montrent les flèches de la figure 6. L'oxydant traverse
 20 les passages de la plaque de séparateur ondulée 140
 formant le compartiment des gaz cathodiques vers les
 orifices de sortie de l'oxydant 158, comme montré par
 les flèches à la figure 6, en alimentant les trous du
 collecteur d'oxydant 125A. D'une manière analogue, le
 25 combustible est amené par les trous du collecteur à
 combustible 124 vers les orifices d'alimentation de
 combustible 147, traverse les passages de la plaque de
 séparateur ondulée 140 formant le compartiment de gaz
 anodique vers des orifices de sortie de combustible 157,
 30 comme montré par les flèches à la figure 7, en alimentant
 les trous du collecteur de combustible 124A.

L'écoulement colinéaire des gaz combustibles
 et oxydants sur les faces opposées de la plaque de
 séparateur est représenté par les figures 6 et 7, avec
 35 les collecteurs d'alimentation aux extrémités opposées

1 de la plaque de séparateur et les collecteurs de sortie
dans une région centrale de la plaque de séparateur.
L'emploi de la même plaque de séparateur avec écoulement
colinéaire inversé des gaz combustibles et oxydants sur
5 les faces opposées de la plaque peut être réalisé en
utilisant les collecteurs centraux pour combustibles
et oxydants pour l'alimentation et les collecteurs
terminaux pour combustibles et oxydants pour les sorties.
L'emploi des mêmes plaques de séparateur avec passage
10 à contre-courant des gaz combustibles et oxydants sur
les faces opposées de la plaque de séparateur peut être
réalisé en amenant soit le combustible, soit l'oxydant
par les collecteurs centraux pour combustibles ou oxydants
tout en évacuant le gaz par les collecteurs de sortie
15 correspondants aux deux extrémités et en introduisant
l'autre gaz par les collecteurs d'extrémité et en
l'évacuant par les collecteurs centraux. On voit donc
que différents schémas d'écoulement des gaz peuvent être
réalisés sur les faces opposées de la plaque de séparateur
20 tout en utilisant une plaque de séparateur identique
et en modifiant seulement l'alimentation au collecteur
ou aux collecteurs à l'extérieur de la cellule.

On a constaté que l'emploi d'une tôle métallique
mince pour toutes les zones de joint humide de la plaque
25 de séparateur peut être réalisé pour des joints humides
d'au moins $\frac{1}{4}$ " de large (6,3 mm) d'espacement entre les
collecteurs voisins de combustible et d'oxydant, à cause
de la flexibilité et de l'élasticité limitées dans la
zone du joint humide après l'assemblage de l'empilement
30 de piles à combustible, tout en minimisant ou en empêchant
les fuites de gaz à travers les joints humides. Les
plaques de séparateur en tôle de métal mince conformes
à la présente invention présentent une bonne résistance
mécanique et sont faciles à fabriquer. La disposition
35 à débit divisé des plaques de séparateur représentées

1 aux figures 6 à 10 assure une augmentation de la rigidité
de l'ensemble de la plaque de séparateur parce que les
zones de joint humide sont supportées autour des trous
de collecteur dans la partie centrale de la plaque. Cette
5 disposition permet également de fabriquer des électrodes
qui présentent seulement une partie et, dans le présent
cas, la moitié de la surface active de production de
courant des piles à combustible, ce qui facilite les
manutentions des électrodes et permet un traitement en
10 continu, si bien que la fusion et le frittage des bandes
peuvent être réalisés avec un appareillage plus petit.
Une importante caractéristique de la présente invention
est constituée des zones de joint humide en relief,
constituées de métal mince aplati pour la plaque de
15 séparateur, ce qui assure un contact direct avec
l'électrolyte d'une pile sur une face et de la pile
voisine sur la face opposée, les conduits de combustible
et d'oxydant traversant seulement les plaques de
séparateur et les électrolytes dans l'empilement des
20 piles à combustible.

Si l'on utilise des joints humides plaque de
séparateur/électrolyte, la communication entre le
collecteur à combustible et uniquement la face anodique
de la plaque de séparateur et entre le collecteur à
25 oxydant et seulement la face cathodique opposée de la
plaque de séparateur peut être réalisée sans joints
poreux, qui sont indispensables lorsqu'on utilise des
collecteurs externes. D'autre part, chaque zone de joint
de collecteur de gaz peut être aluminisée afin de réduire
30 les processus de corrosion et d'autres dégradations.

Si l'on utilise les collecteurs entièrement
internes de la présente invention, les modifications
de distance entre les piles résultant de la fusion de
la bande de carbonate ont lieu à l'endroit de l'assemblage
35 en usine et, une fois que cette fusion a lieu, il ne

- 1 se produit plus d'autres modifications des distances
entre piles. La hauteur de l'empilement de piles expédié
de l'usine sera la même que pendant le fonctionnement
dans un récipient sous pression à l'endroit de
5 l'utilisation. Par conséquent, la seule surveillance
requis pendant le fonctionnement de l'empilement de
piles à combustible concerne le maintien de la force
de fixation de la pile sur les zones actives et
d'étanchéité.
- 10 Bien que la description ci-dessus de la présente
invention ait été faite par rapport à certains modes
de réalisation préférés de celle-ci et que de nombreux
détails aient été présentés à titre explicatif, il est
évident pour tous les spécialistes de cette technique
15 que la présente invention est susceptible de modes de
réalisation supplémentaires.

1

R E V E N D I C A T I O N S

1. Empilement de piles à combustible
généralement rectangulaire comprenant plusieurs piles
5 à combustible individuelles, chaque pile à combustible
individuelle comprenant une anode et une cathode, un
électrolyte en contact avec une face de ladite anode
et un électrolyte en contact avec une face opposée de
ladite cathode, et une plaque de séparateur séparant
10 ladite pile individuelle entre l'anode et la cathode
en formant un compartiment anodique entre une face de
la plaque de séparateur et l'anode et un compartiment
cathodique entre la face opposée de la plaque de
séparateur et la cathode, ledit compartiment anodique
15 étant en communication pour les gaz avec une alimentation
de gaz combustible et une sortie et ledit compartiment
cathodique étant en communication pour les gaz avec une
alimentation de gaz oxydant et une sortie, l'amélioration
comprenant que les électrolytes et les plaques de
20 séparateur s'étendent jusqu'au bord de l'empilement de
piles à combustibles, que les plaques de séparateur ont
une structure à joint humide périphérique aplati
s'étendant pour venir au contact des électrolytes sur
chaque face des plaques de séparateur complètement autour
25 de leur périphérie en formant un joint humide plaque
de séparateur/électrolyte dans les conditions de
fonctionnement de la pile, lesdits électrolytes et plaques
de séparateur ayant chacun plusieurs perforations
alignées, ces perforations dans les plaques de séparateur
30 étant entourées par une structure à joints humides pour
collecteur aplati s'étendant pour venir au contact de
l'électrolyte sur chaque face de la plaque de séparateur
en formant un joint humide plaque de séparateur/
électrolyte dans les conditions de fonctionnement de
35 la pile, pour former plusieurs collecteurs de gaz

1 s'étendant à travers ledit empilement de piles, des
conduits traversant ladite structure à joints humides
pour collecteur prolongé assurant la communication pour
le gaz combustible entre un ensemble de collecteurs et
5 lesdits compartiments anodiques sur une face des plaques
de séparateur et les conduits à travers la structure
à joint humide pour collecteur prolongé assurant la
communication pour le gaz oxydant entre l'autre ensemble
de collecteurs et lesdits compartiments cathodiques sur
10 l'autre face des plaques de séparateur, de manière à
réaliser des collecteurs complètement internes pour les
gaz combustibles et oxydants vers et depuis chaque pile
individuelle dans l'empilement de piles à combustible.

2. Empilement de piles à combustible selon
15 la revendication 1, dans lequel les plaques terminales
sont disposées de la même manière que les plaques de
séparateur sur leurs faces intérieures et forment des
demi-piles à chaque extrémité dudit empilement de piles
à combustible.

20 3. Empilement de piles à combustible selon
la revendication 2, dans lequel les plaques de séparateur
sont des plaques de métal estampé.

4. Empilement de piles à combustible selon la
revendication 3, dans lequel ladite structure à joints
25 humides périphériques aplatie sur une face de la plaque
de séparateur comprend une partie formée par estampage
dans la plaque de séparateur pour créer un joint humide
périphérique prolongé sur une face de ladite plaque de
séparateur, et l'autre face de la plaque de séparateur
30 comprend une partie formée en tôle métallique estampée
constituant le joint humide périphérique prolongé fixé
à l'autre face de la plaque de séparateur.

5. Empilement de piles à combustible selon
la revendication 4, dans lequel ladite structure à joint
35 humide du collecteur prolongé sur une face de la plaque

1 de séparateur comprend une partie formée par estampage
de la plaque de séparateur pour constituer le joint humide
de collecteur prolongé sur cette face de la plaque de
séparateur et que l'autre face de la plaque de séparateur
5 comprend une partie formée en tôle de métal estampé
constituant le joint humide du collecteur prolongé fixé
à l'autre face de la plaque de séparateur.

6. Empilement de piles à combustible selon
la revendication 5, dans lequel les conduits à travers
10 la structure à joint humide du collecteur prolongé
sont constitués par du métal ondulé.

7. Empilement de piles à combustible selon
la revendication 5, dans lequel lesdits conduits à travers
la structure à joint humide du collecteur prolongé sont
15 des trous à travers des structures en tôle métallique.

8. Empilement de piles à combustible selon
la revendication 1, dans lequel ladite structure à joint
humide périphériques aplatis sur une face de la plaque
de séparateur comprend une partie formée par estampage
20 sur ladite plaque de séparateur, de manière à constituer
le joint humide périphérique prolongé sur une face de
la plaque de séparateur, et l'autre face de la plaque
de séparateur comprend une partie formée en tôle de métal
estampé constituant le joint humide périphérique prolongé
25 fixé à l'autre face de la plaque de séparateur.

9. Empilement de piles à combustibles selon
la revendication 1, dans lequel ladite structure à joint
humide de collecteur prolongé sur une face de la plaque
de séparateur comprend une partie formée par estampage
30 sur ladite plaque de séparateur, de manière à constituer
le joint humide de collecteur prolongé sur une face de
la plaque de séparateur, et l'autre face de la plaque
de séparateur comprend une partie formée en tôle de métal
estampé constituant le joint humide de collecteur prolongé
35 fixé à l'autre face de la plaque de séparateur.

1 10. Empilement de piles à combustible selon
la revendication 1, dans lequel lesdites perforations
sont réalisées dans chaque zone d'angle des électrolytes
et des plaques de séparateur.

5 11. Empilement de piles à combustible selon
la revendication 10, dans lequel chacune desdites
perforations a une forme triangulaire avec deux côtés
parallèles aux bords extérieurs de l'empilement de piles.

10 12. Empilement de piles à combustible selon
la revendication 1, dans lequel l'électrolyte comprend
des carbonates de métaux alcalins.

15 13. Procédé de production d'électricité dans
un empilement de piles à combustible de forme généralement
rectangulaire comprenant plusieurs piles à combustible
individuelles, chaque pile à combustible individuelle
comprenant une anode et une cathode, un électrolyte en
contact avec une face de l'anode et un électrolyte en
contact avec une face opposée de la cathode et une plaque
de séparateur séparant la pile entre l'anode et la cathode
20 pour former un compartiment anodique entre une face de
la plaque de séparateur et l'anode et un compartiment
cathodique entre la face opposée de la plaque de
séparateur et la cathode, l'amélioration comprenant le
passage des gaz combustible et oxydant à travers des
25 conduits de collecteurs entièrement internes vers et
depuis chaque pile à combustible individuelle dans ledit
empilement de piles à combustible, lesdits conduits de
collecteurs internes étant formés par les électrolytes
et les plaques de séparateur ayant chacun plusieurs
30 perforations alignées, chaque perforation étant entourée
par une structure à joint humide de collecteur aplati
s'étendant pour venir au contact de l'électrolyte sur
une face de la plaque de séparateur en formant un joint
humide plaque de séparateur/électrolyte dans les
35 conditions de fonctionnement de la cellule, de manière

- 1 à obtenir plusieurs collecteurs de gaz s'étendant à
travers l'empilement de piles, des conduits à travers
ladite structure de joints humides de collecteur prolongé
assurant la communication pour le gaz combustible entre
5 un ensemble de collecteur et les compartiments anodiques
sur une face des plaques de séparateur et des conduits
à travers ladite structure à joints humides de collecteur
prolongé assurant la communication du gaz oxydant entre
l'autre ensemble de collecteurs et les compartiments
10 cathodiques sur l'autre face des plaques de séparateur,
de façon à assurer des collecteurs entièrement internes
pour les gaz combustibles et oxydants allant et sortant
de chaque pile à combustible individuelle dans ledit
empilement de piles à combustible.
- 15 14. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel les électrolytes sont des carbonates de métaux
alcalins.
15. Procédé selon la revendication 13, dans
lequel les perforations sont réalisées dans chaque zone
20 d'angle des électrolytes et des plaques de séparateur.

FIG. 1

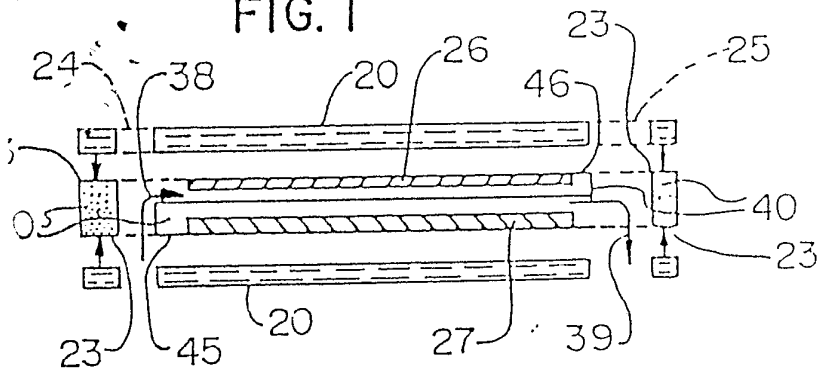


FIG. 2

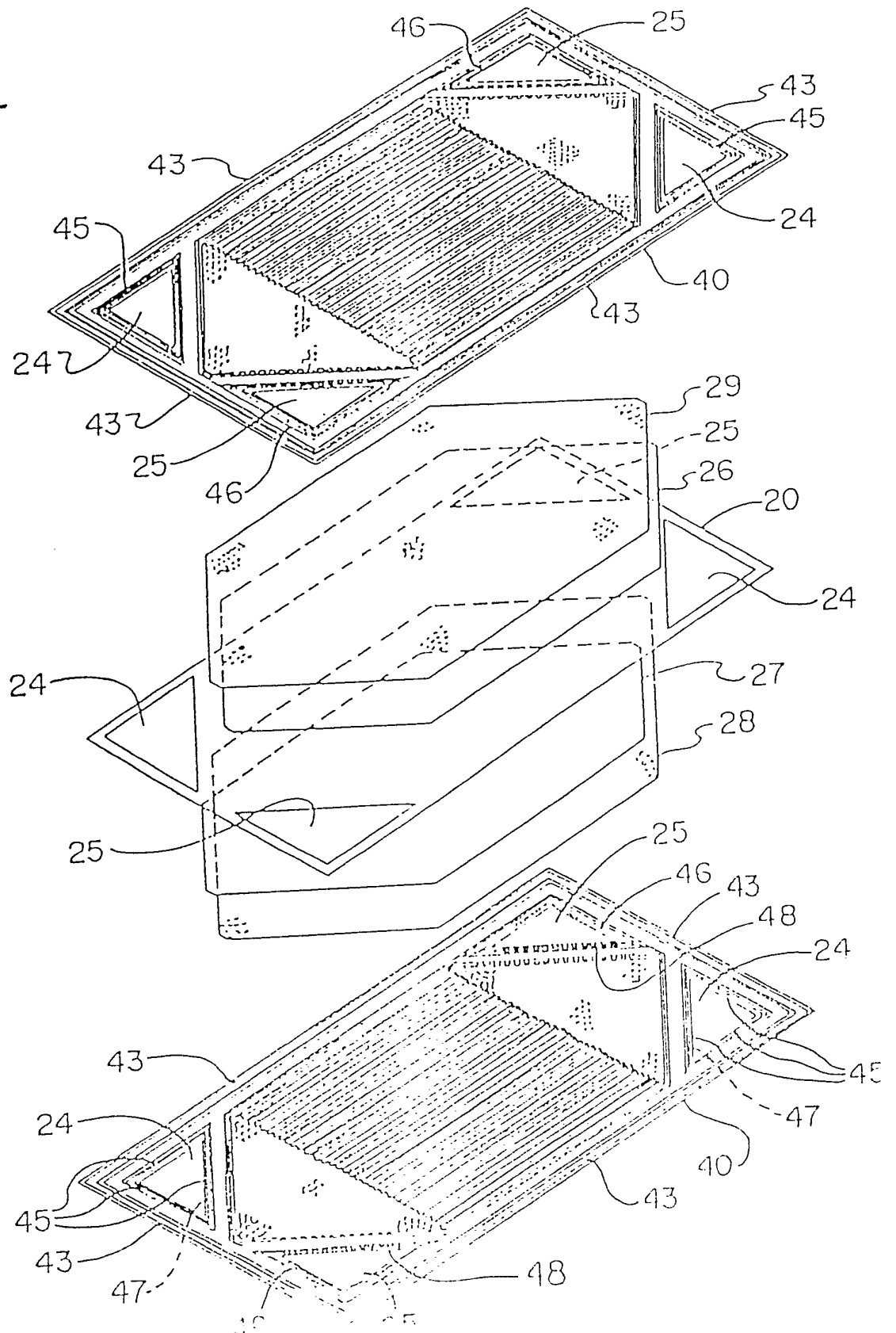


FIG. 3

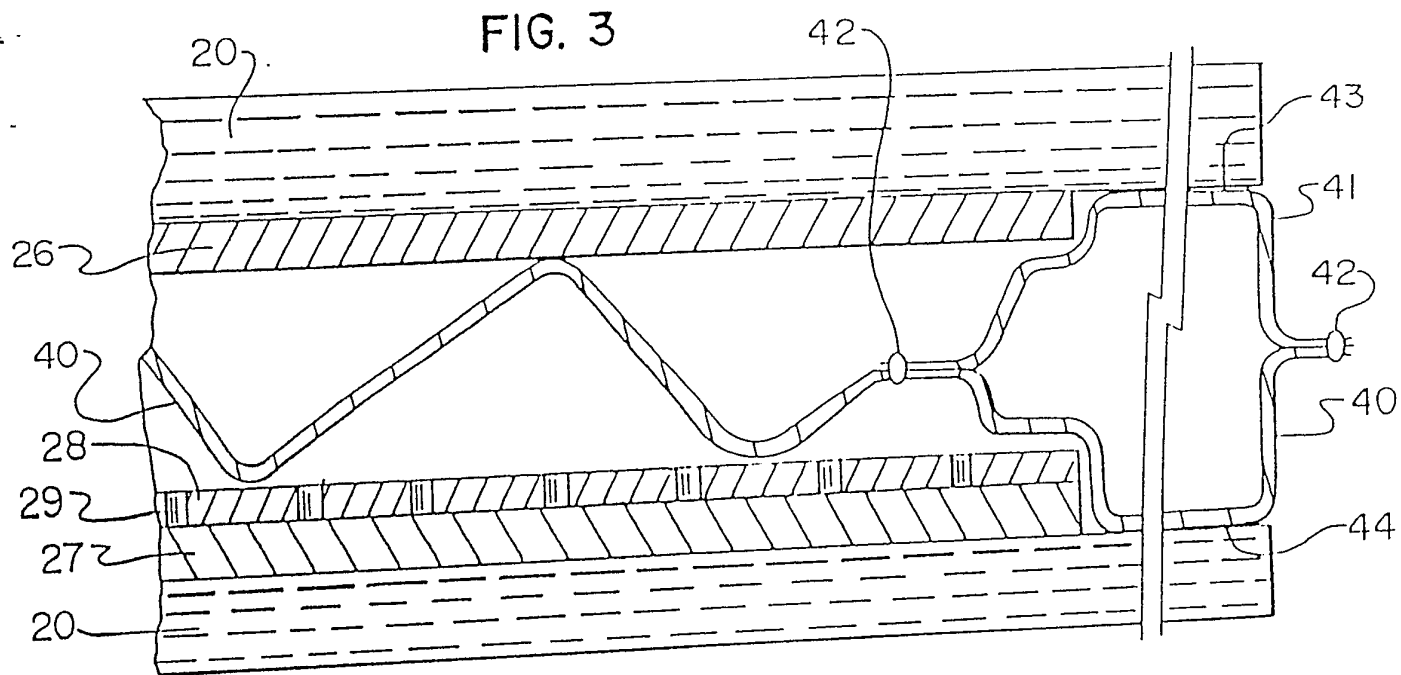


FIG. 4

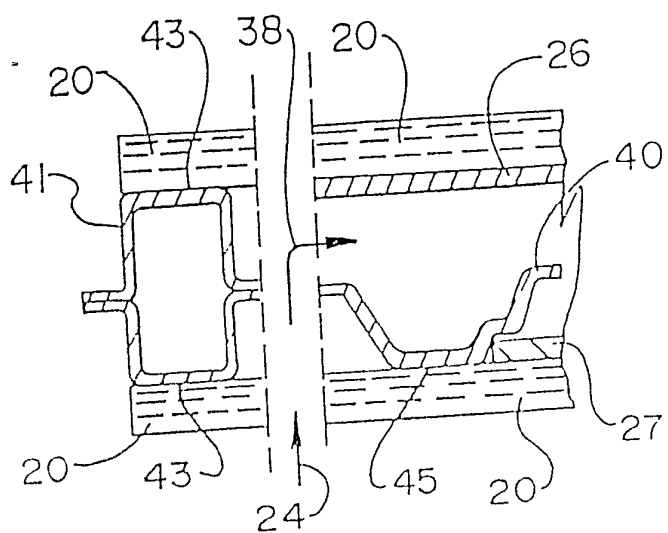
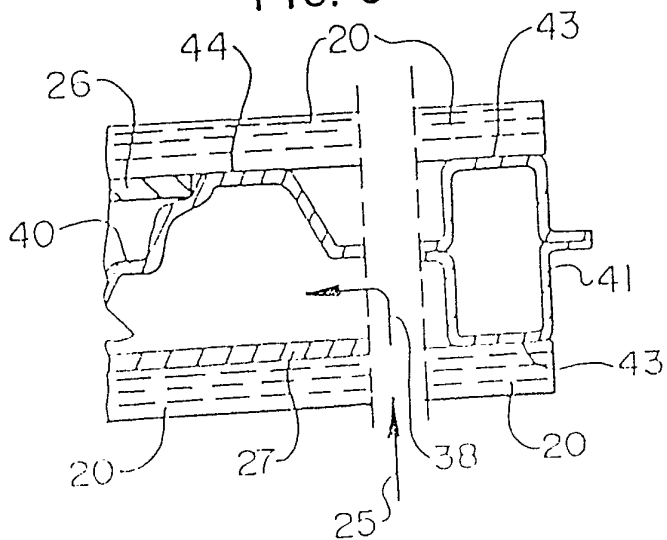


FIG. 5



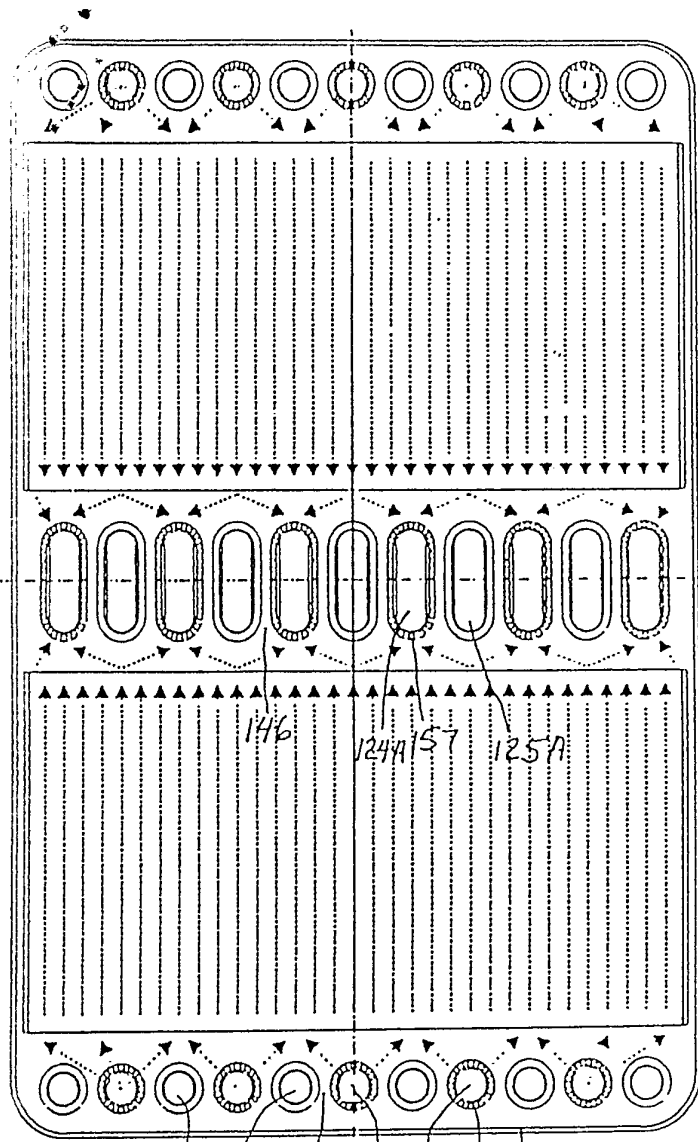


Fig. 7

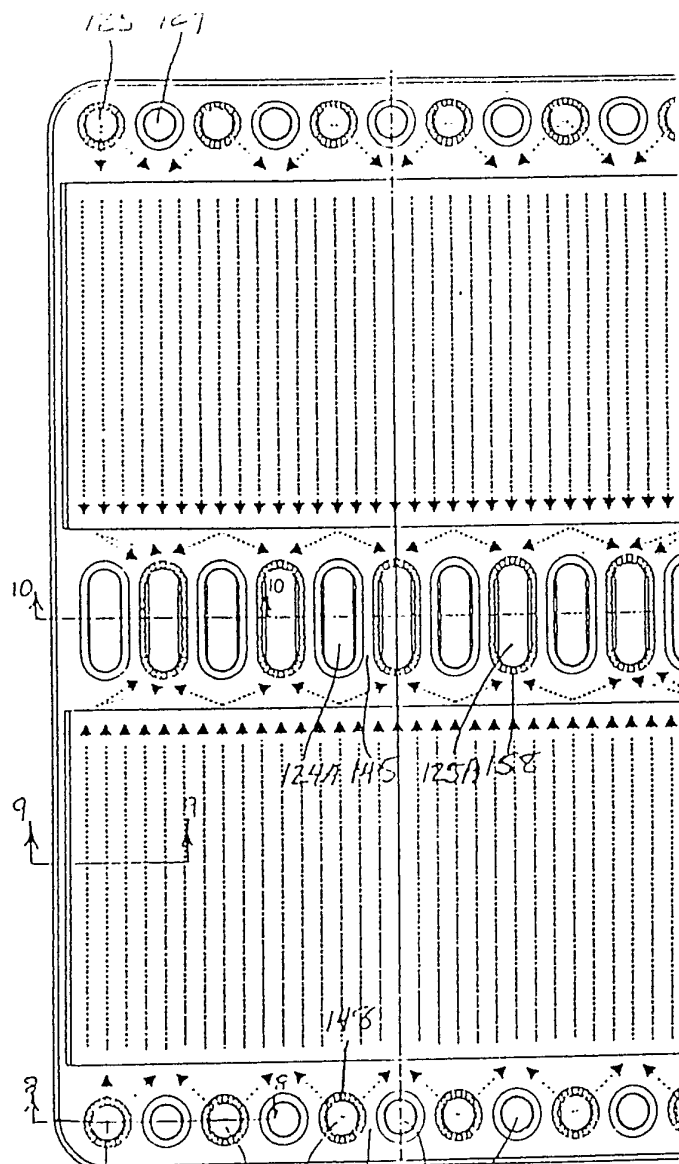


Fig. 6

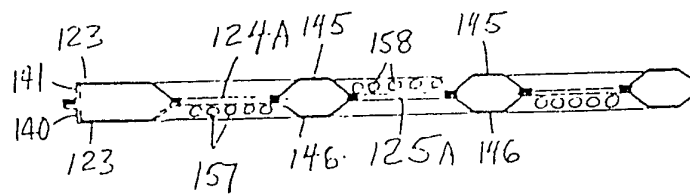


Fig. 10

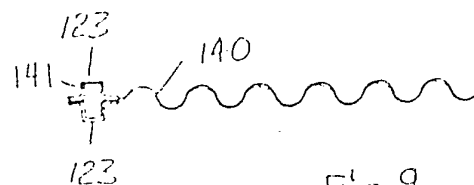


Fig. 9

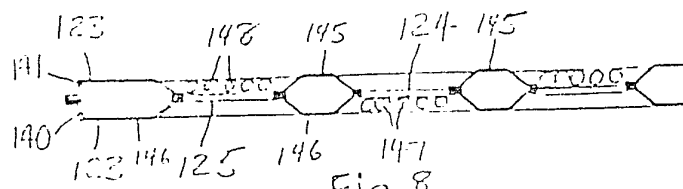


Fig. 8