



Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑪

628 188

⑯ Numéro de la demande: 8664/78

⑯ Titulaire(s):
Westinghouse Electric Corporation,
Pittsburgh/PA (US)

⑯ Date de dépôt: 15.08.1978

⑯ Inventeur(s):
Roger H. Daugherty, Pittsburgh/PA (US)
Roger L. Swensrud, Pittsburgh/PA (US)
Michael R. Jukan, Duquesne/PA (US)

⑯ Brevet délivré le: 15.02.1982

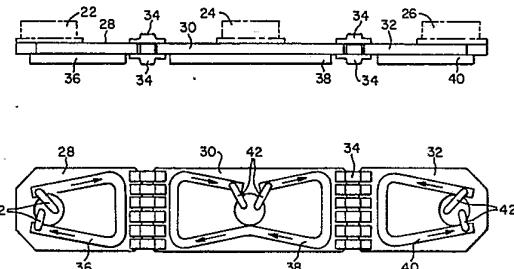
⑯ Mandataire:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Basel

⑯ Fascicule du brevet
publié le: 15.02.1982

④ Machine dynamoélectrique.

⑤ La machine dynamoélectrique comprend une barre plate omnibus de neutre qui est refroidie par un fluide et relie des bouchons de neutre (22, 24, 26) connectés aux enroulements. La barre plate porteuse de courant comprend des plaques rigides (28, 30, 32) qui sont chacune en relation d'échange thermique avec un conduit (36, 38, 40) dans lequel circule un fluide caloporteur qui évacue la chaleur engendrée dans la barre omnibus. Les plaques sont reliées par des connexions souples (34). La barre plate omnibus de neutre ainsi refroidie par fluide peut évacuer un flux de chaleur élevé tout en occupant un faible volume. Les trois plaques séparées (28, 30, 32) qui sont connectées entre elles par des connecteurs souples (3) permettent une manipulation plus aisée pendant l'assemblage et des tolérances admissibles plus importantes entre chaque bouchon et chaque plaque omnibus, l'enlèvement et le remplacement des plaques omnibus individuelles étant de plus facilités. Des tuyaux souples (42) sont utilisés pour connecter les extrémités de chaque conduit de caloporteur aux raccords des bouchons.

La disposition décrite convient pour refroidir les bouchons de neutre des grands turbo-générateurs.



REVENDICATIONS

1. Machine dynamoélectrique, comprenant un enroulement électrique pourvu de plusieurs bouchons de neutre présentant des passages internes pour un fluide caloporeur et d'une barre omnibus électriquement conductrice connectée électriquement entre ces bouchons de neutre, caractérisée en ce que ladite barre omnibus est constituée par plusieurs plaques discrètes (28, 30, 32) dont le nombre est égal au nombre de bouchons de neutre, chaque plaque étant reliée électriquement à un bouchon correspondant, par un ensemble de connecteurs électriques souples (34) disposés entre lesdites plaques pour les interconnecter électriquement et par plusieurs conduits de fluide caloporeur (36, 38, 40) en contact thermique avec lesdites plaques pour transférer la chaleur des plaques au fluide circulant à travers les conduits, chaque conduit étant en contact thermique avec une plaque correspondante.

2. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens (42) pour faire passer le fluide entre les passages desdits bouchons de neutre et lesdits conduits pour le fluide caloporeur.

3. Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que chacun desdits conduits pour le fluide caloporeur est relié par des raccords (44) au passage pour le fluide caloporeur de son bouchon correspondant.

L'invention concerne une machine dynamo-électrique et en particulier les dispositifs de connexion électrique des bouchons avec la barre omnibus de neutre (en abrégé bouchons de neutre) d'une telle machine et les dispositifs pour refroidir ces dispositifs de connexion électrique.

Les grands turbogénérateurs possèdent souvent plusieurs (trois pour une machine à trois phases) bouchons de conducteur neutre qui sont connectés par une barre omnibus neutre. Plusieurs dispositions ont été utilisées dans le passé pour évacuer la chaleur dégagée dans la barre omnibus et résultant de la circulation du courant dans cette barre pendant la marche du turbogénérateur.

Pour de petits générateurs, un refroidissement satisfaisant de la barre omnibus a été obtenu par convection naturelle tandis que des machines plus importantes nécessitent un courant d'air de convection forcé pour maintenir cette barre omnibus à une température acceptable. Plus récemment, les barres omnibus sur certains générateurs choisis ont été modifiées pour accepter des taux d'intensité encore plus élevés pour ces générateurs. Ces barres omnibus étaient d'habitude des pièces refroidies à l'eau ayant des conducteurs de courant en cuivre de section transversale rectangulaire à l'intérieur desquels était brasée une tuyauterie en acier inoxydable. Par cette tuyauterie en acier inoxydable ou autre matière convenable, on envoyait un fluide refroidissant ou caloporeur qui se révélait efficace pour évacuer la chaleur engendrée dans le conducteur de courant. Cette barre omnibus neutre refroidie intérieurement était acceptable pour les générateurs prévus pour une intensité inférieure à 34 000 ampères. Cependant cette solution ne pouvait pas être pratique, pour diverses raisons, pour des machines dont les possibilités étaient prévues pour plus de 34 000 ampères. Les limitations d'espace imposées par les nécessités d'attache entre la barre omnibus et les bouchons interdisent l'emploi de tuyauteries additionnelles de transport de caloporeur. L'agrandissement du conducteur de courant pour admettre un nombre accru de tubes de transport de caloporeur imposerait une charge en poids accrue en porte-à-faux sur les bouchons de neutre attachés dans ces conditions. Une telle charge accrue pourrait endommager les bouchons ou affecter défavorablement le rendement du générateur entier. Une enceinte neutre entoure et isole de l'atmosphère les bouchons de neutre et leur barre omnibus de con-

nexion. Le but de cette enceinte neutre est d'empêcher la détérioration et la souillure des bouchons tout en isolant les bouchons et les barres omnibus chargés électriquement, de tout contact humain possible. Tout accroissement de la taille de la barre omnibus rectangulaire conductrice de courant se reflète obligatoirement par un accroissement concomitant de la taille de l'enceinte neutre qui entoure cette barre omnibus. L'accroissement de taille de cette enceinte neutre nécessite une augmentation de matière et, de façon plus importante, de volume de la station centrale génératrice d'électricité.

Un autre procédé pour accroître le taux de transfert de chaleur depuis la barre omnibus neutre est d'accroître la vitesse du caloporeur dans la tuyauterie en acier inoxydable. Cependant, pour des générateurs d'intensité nominale supérieure à 34 000 ampères, la vitesse de caloporeur, nécessaire dans le nombre permissible maximum limité spatialement de tubes en acier inoxydable, devient excessive, se traduisant par une érosion possible de ces tubes et par une puissance de pompage du caloporeur trop élevée. Une telle érosion des tubes peut contaminer le caloporeur non conducteur et provoquer des coupures forcées du turbo-générateur tandis qu'une consommation d'énergie excessive pour le pompage peut entraîner un fonctionnement non rentable.

Il est clair, ainsi, qu'il s'impose un nouveau modèle de barre omnibus qui accroisse les possibilités de transfert de chaleur et fasse, de préférence, décroître l'espace occupé par les barres omnibus des modèles de l'art antérieur.

L'invention concerne à cet effet une machine dynamoélectrique, comprenant un enroulement électrique pourvu de plusieurs bouchons de neutre présentant des passages internes pour un fluide caloporeur et d'une barre omnibus électriquement conductrice connectée électriquement entre ces bouchons de neutre.

En conformité avec la présente invention, la barre omnibus de cette machine dynamo-électrique est constituée par plusieurs plaques discrètes dont le nombre est égal au nombre de bouchons de neutre, chaque plaque étant reliée électriquement à un bouchon correspondant, par un ensemble de connecteurs électriques souples disposés entre lesdites plaques pour les interconnecter électriquement et par plusieurs conduits de fluide caloporeur en contact thermique avec lesdites plaques pour transférer la chaleur des plaques au fluide circulant à travers les conduits, chaque conduit étant en contact thermique avec une plaque correspondante.

Cette barre omnibus avec les conduits pour la refroidir qui lui sont associés est ainsi subdivisée en des entités distinctes reliées électriquement pour connecter de façon satisfaisante les bouchons de neutre séparés. Une plus grande quantité de chaleur générée par des machines à caractéristiques plus importantes peut être dissipée par un choix convenable du nombre de conduits par barres omnibus, de la taille de ces conduits, de la disposition relative de cette barre omnibus et de ces conduits, et de la vitesse du caloporeur dans chaque conduit. Les caractéristiques de poids et de volume d'une barre omnibus d'une machine selon l'invention se montent à 50% et 80% respectivement de celles d'une barre selon l'art antérieur.

L'invention sera plus aisément comprise d'après la description d'une forme préférée de réalisation représentée en exemple unique sur les dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 est une coupe longitudinale d'un turbogénérateur;
- la figure 2 est une élévation d'un mode de réalisation de l'invention illustrant la connexion de la barre omnibus avec les bouchons de neutre;
- la figure 3 est une vue en élévation prise à 90° de la figure 2;

– les figures 4A et 4B sont des vues en élévation prises à 90° de côté d'un mode de réalisation préférentiel d'un conduit de caloporteur qui est représenté en utilisation sur les figures 1 à 3;

– la figure 5A est une vue en perspective d'une barre omnibus neutre de l'art antérieur, des bouchons qui y sont attachés et de son enceinte;

– la figure 5B est une vue en élévation d'une barre omnibus neutre de l'art antérieur; et

– la figure 5C est une vue en perspective d'un conduit caloporteur de l'art antérieur.

Dans la description qui suit, l'invention est représentée et matérialisée sur un important turbogénérateur refroidi par de l'eau. On doit comprendre cependant que l'invention peut être utilisée dans toute autre machine dynamo-électrique et aussi que le fluide caloporteur utilisé dans le dispositif de refroidissement de barre omnibus peut être autre que de l'eau.

Sur la figure 1 est représenté un important turbogénérateur 10 présentant trois phases reliées avec des bouchons refroidis à l'eau.

Le générateur 10 possède un carter extérieur 12, étanche aux gaz, rempli avec un gaz réfrigérant qui est normalement de l'hydrogène. Ce générateur 10 possède un noyau de stator feuilleté 14, de construction usuelle, qui est supporté dans le carter 12. Le noyau de stator 14 est muni de rainures longitudinales 16 de la manière usuelle, pour recevoir les spires de l'enroulement 18 à haute tension du stator. Le générateur 10 possède également un rotor 20 muni d'un enroulement de champ (non représenté). Des bouchons de neutre 22, 24 et 26 reçoivent leur alimentation en fluide caloporteur à l'intérieur du carter 12. Ce fluide caloporteur est dirigé radialement vers l'extérieur jusqu'à l'extrémité de chaque bouchon où le caloporteur fait demi-tour et circule radialement vers l'intérieur. Au cours de son chemin de traversée du bouchon, ce caloporteur absorbe de la chaleur du bouchon et est chargé de cette chaleur à sa sortie de ce bouchon.

La figure 2 représente trois plaques (plaques omnibus) séparées 28, 30, 32 qui sont représentées comme étant connectées respectivement aux bouchons 22, 24 et 26. La plaque omnibus 28 est connectée à la plaque omnibus 30 par un nombre pré-déterminé de connecteurs souples, électriquement conducteurs, qui sont de préférence des connexions en tresse de fil guipé. Les nécessités de conduite de courant dictent le nombre et la taille de ces connecteurs souples mentionnés précédemment. Les plaques omnibus 30 et 32 sont connectées de façon similaire avec de tels connecteurs souples. L'utilisation de tels connecteurs souples 34 pour rattacher ensemble les plaques omnibus séparées présente plusieurs avantages: des caractéristiques de manipulation plus aisée pendant l'assemblage que pour une seule plaque omnibus; des tolérances admissibles plus importantes sont permises pour la position d'assemblage relative entre chaque bouchon et chaque plaque omnibus puisque les plaques omnibus peuvent être interconnectées électriquement après l'assemblage avec les bouchons; et l'enlèvement et le remplacement des plaques omnibus individuelles sont facilités par les caractéristiques de connexion et de déconnexion aisées des connecteurs souples 34. Une liberté de conception additionnelle peut être obtenue en utilisant une double couche de connecteurs souples 34, tels que représentés sur la figure 3. Chaque plaque omnibus est représentée comme ayant un conduit séparé de caloporteur 36, 38, et 40. Chaque conduit est solidement attaché à sa plaque omnibus respective afin de créer un passage à conductibilité calorifique élevée et à faire résistance. Pour aider à la formation d'un joint à transfert de chaleur efficace, un conduit à section transversale carrée, représenté sur la figure 4B, est utilisé. Tout conduit, cependant, de préférence ayant au moins un côté plat, peut être efficacement utilisé.

La disposition des conduits de fluide caloporteur sur la face de chaque plaque omnibus peut être optimisée par des essais

pour déterminer le positionnement le plus efficace pour un transfert de chaleur maximal entre la plaque omnibus et le caloporteur circulant dans le conduit de caloporteur attaché à cette plaque. Tandis que des plaques omnibus séparées, chacune ayant son propre conduit de caloporteur, ont été représentées, on doit comprendre que d'autres formes d'exécution sont possibles. Bien que non représentées, on doit comprendre que de multiples couches de plaques omnibus peuvent être utilisées avec un conduit de caloporteur placé en sandwich entre les plaques adjacentes.

Des tuyaux souples pour caloporteur 42, de préférence en polytétrafluoréthylène, sont représentés comme connectant les extrémités de chaque conduit de caloporteur aux raccords de caloporteur des bouchons (non représentés). En réalisant une telle connexion, l'alimentation existante en caloporteur peut être utilisée sans avoir à recourir à des connexions externes additionnelles avec les conduits de caloporteur. Les flèches représentées sur la figure 2 indiquent la direction du courant de caloporteur à travers chacun des conduits de caloporteur 36, 38 et 40. Aucune direction préférentielle du courant de caloporteur ne doit être inférée des flèches, car ces flèches ne sont utilisées que pour montrer une direction possible d'un tel courant.

La figure 3 représente les mêmes éléments de l'invention que la figure 2, mais cette figure 3 a subi une rotation de 90° depuis sa position de front de la figure 2. On doit comprendre encore que les bouchons de neutre représentés sur la figure 1 peuvent être dirigés dans toute direction.

Les figures 4A et 4B représentent une coupe et une élévation respectives d'un conduit de caloporteur dans lequel est brasé un raccord en acier inoxydable 44. Ces raccords 44 donnent les points terminaux d'entrée et de sortie pour chaque connexion de conduit de caloporteur par les tuyaux de caloporteur 42 aux bouchons de neutre.

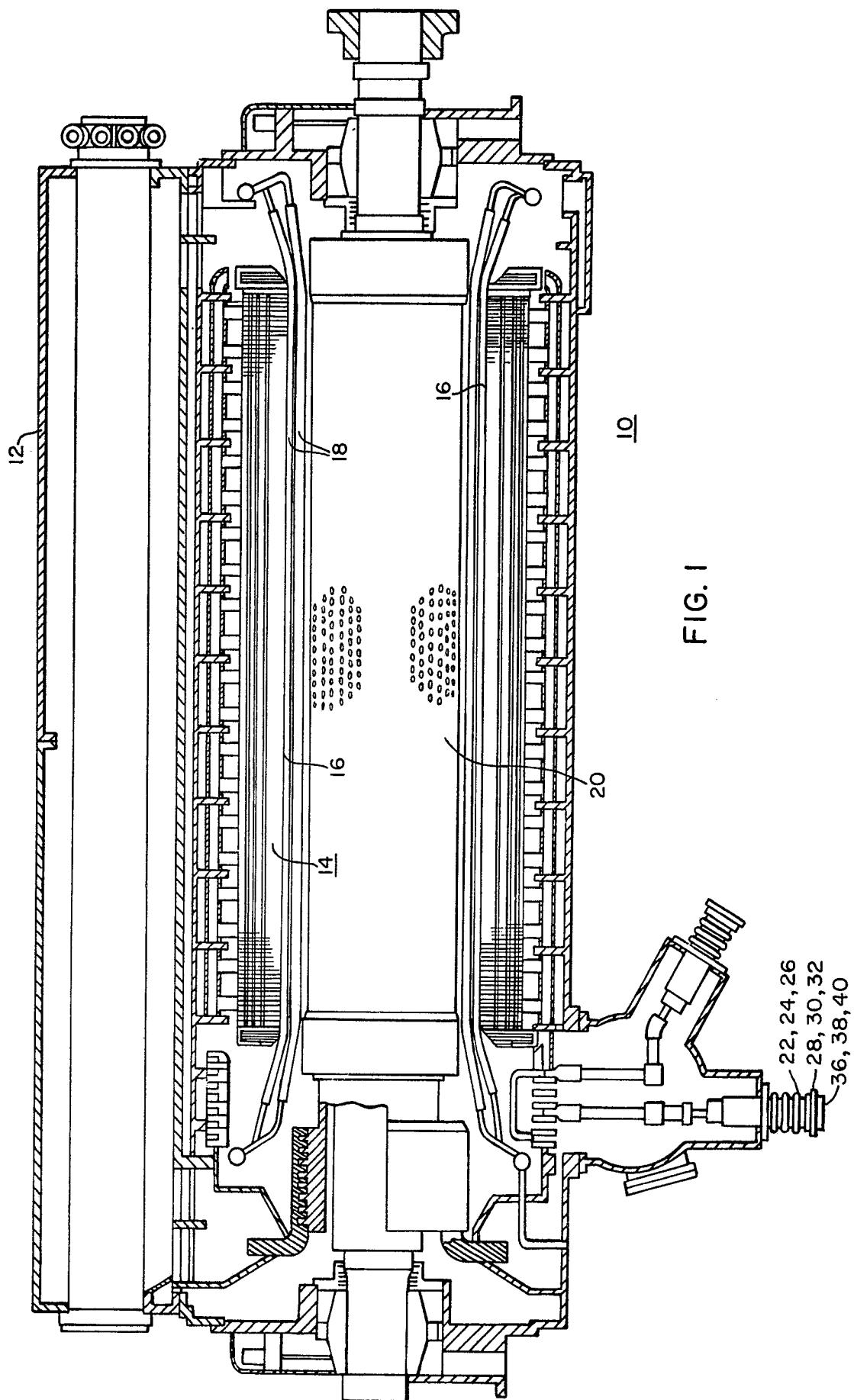
Les plaques omnibus 28, 30 et 32 sont constituées d'un matériau à conductibilité électrique élevée tandis que les conduits de caloporteur 36, 38 et 40 sont constitués d'un matériau ayant une conductivité calorifique élevée pour les transferts de chaleur. Dans le cas présent, les matériaux des deux éléments, la plaque omnibus et le conduit de caloporteur, sont du cuivre. Pour les bouchons de neutre qui sont situés sur des lignes médiennes, des plaques omnibus de 43 cm de largeur et 3,2 cm d'épaisseur sont utilisées et la longueur de chaque plaque omnibus est choisie en se rapportant aux distances séparant les bouchons et aux autres considérations d'étude. Les conduits de caloporteur 36, 38 et 40 ont des épaisseurs de paroi de tuyaux standard et ont une dimension extérieure de 5 × 5 cm. L'assemblage des conduits de caloporteur, 36, 38 et 40 sur les plaques omnibus 28, 30 et 32, respectivement, est réalisé par brasage. D'autres moyens d'assemblage judicieux peuvent être utilisés pour obtenir des assemblages aussi hautement conducteurs (pour l'électricité et la chaleur) que ceux obtenus couramment par brasage.

La figure 5A est une représentation en perspective d'une barre omnibus neutre de l'art antérieur. Des connecteurs souples 34 sont représentés attachés entre les parties à section transversale, rectangulaire 46 de cette barre omnibus, chacune de ces parties est fixée à un bouchon séparé 22, 24, 26.

La figure 5B représente une vue en élévation du conducteur omnibus de l'art antérieur et de son système de refroidissement. Les formes complexes des conduites de refroidissement 48, 50 mieux illustrées sur la figure 5C, utilisées dans le refroidissement de la barre omnibus 46 à section rectangulaire, nécessitent un processus de fabrication et un processus d'assemblage compliqués sur cette barre omnibus. Sur la figure 5C, on peut voir que l'addition des conduits de refroidissement à la configuration existante ou l'accroissement de la taille des conduits existants réduit les accès à l'intérieur de la barre omnibus et il en résulte une difficulté accrue de boulonner cette barre omnibus sur les bouchons.

De façon avantageuse, grâce à la présente invention, une barre omnibus neutre à bouchons perfectionnée a été créée dans laquelle un transfert de chaleur plus important est réalisé, qui nécessite moins de place, et où existent de plus grandes libertés

d'assemblage et de désassemblage. Ces caractéristiques donnent des générateurs de caractéristiques plus élevées, nécessitant moins de place, utilisant moins de matériaux, et d'un entretien plus aisé.



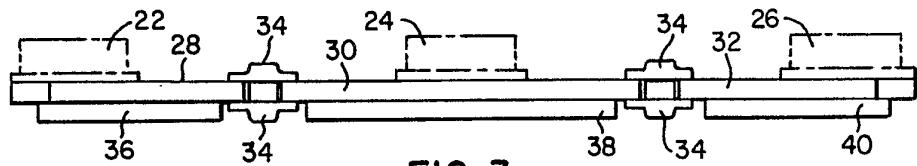


FIG. 3

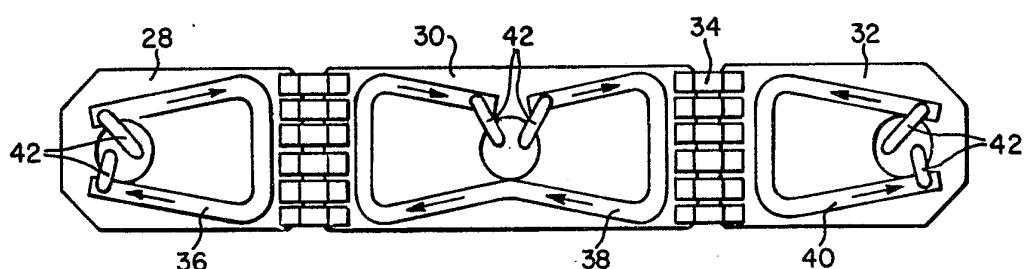


FIG. 2

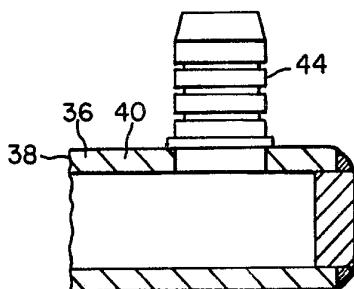


FIG. 4A

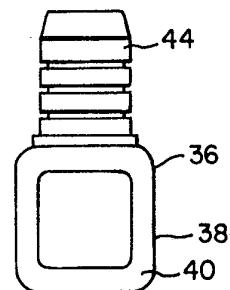


FIG. 4B

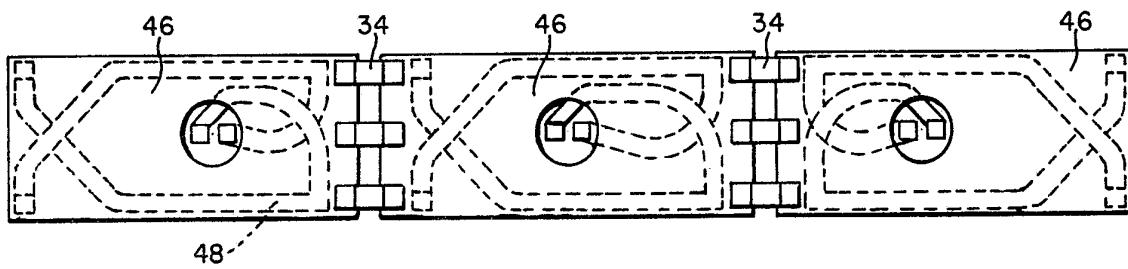


FIG. 5B

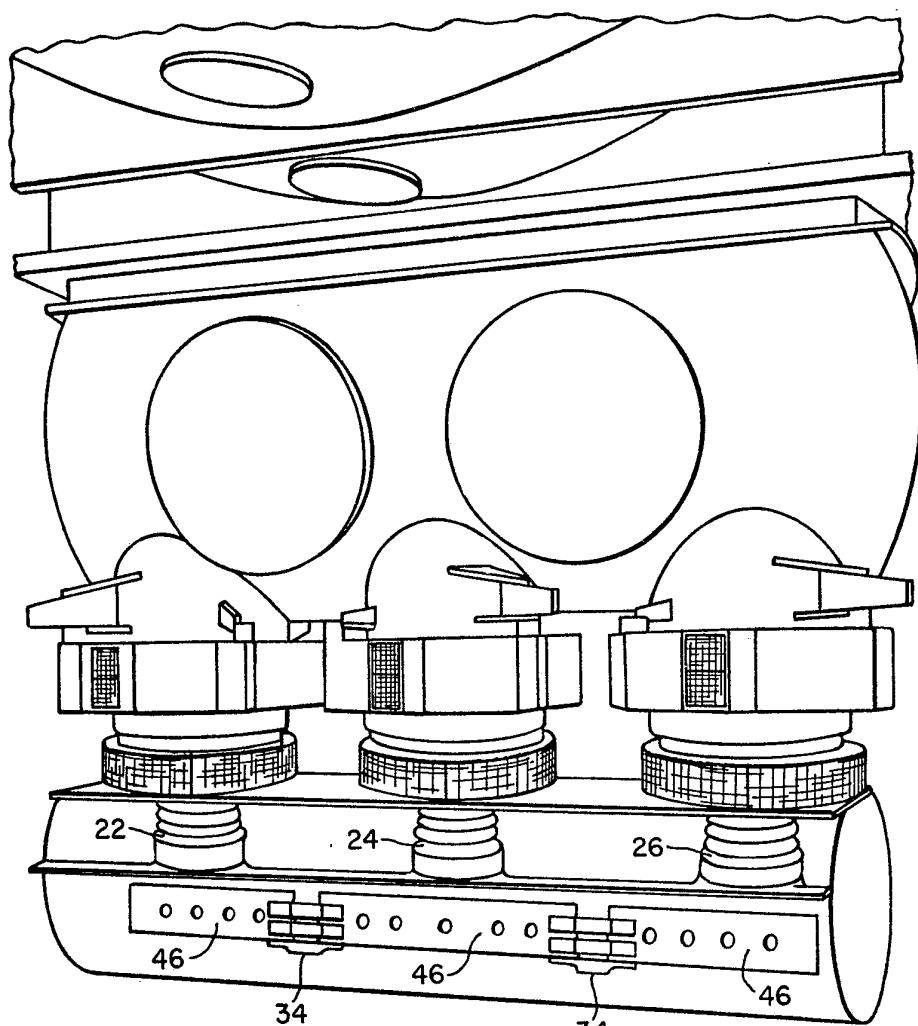


FIG. 5A

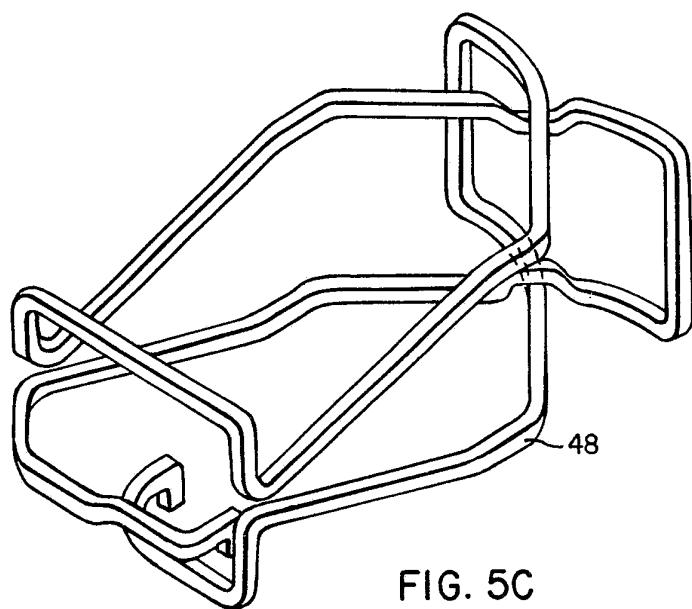


FIG. 5C