

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

(11) N° de publication :

2 549 285

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

(21) N° d'enregistrement national :

84 11034

(51) Int Cl⁴ : H 01 H 35/38, 1/16, 1/62 H 05 B 6/02.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 11 juillet 1984.

(30) Priorité : US, 12 juillet 1983, n° 512,933.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 18 janvier 1985.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : UNITED TECHNOLOGIES CORPORA-
TION. — US.

(72) Inventeur(s) : Thomas Raymond Wagner.

(73) Titulaire(s) :

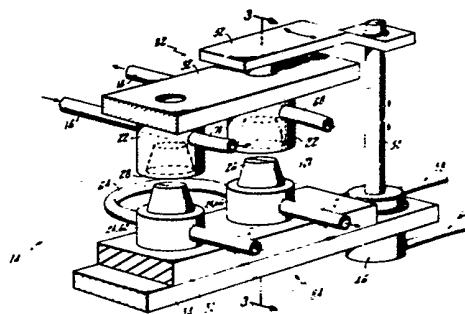
(74) Mandataire(s) : R. Baudin.

(54) Commutateur électrique pour système de chauffage par induction.

(57) L'invention concerne un commutateur électrique pour sys-
tème de chauffage par induction.

Ce commutateur comprend une première pièce 30 sur la-
quelle est monté un contact mâle 24, une seconde pièce 32
pouvant se déplacer par rapport à la première et sur laquelle
est monté un contact femelle 22, un mouvement de la se-
conde pièce 32 vers la première pièce 30 permettant un
emboîtement entre les contacts mâle et femelle afin de per-
mettre le passage d'un flux de courant électrique, ainsi qu'un
moyen de serrage pressant la première pièce contre la se-
conde lors de sa mise en action, tout en permettant, lors de sa
libération, de séparer les pièces et de permettre leur mouve-
ment relatif libre dans n'importe quelle direction.

L'invention est utilisée pour établir et couper le contact avec
les courants électriques à haute fréquence dans les systèmes
de chauffage par induction.



FR 2 549 285 - A1

Commutateur électrique pour système de chauffage
par induction.

5 La présente invention concerne un appareil
de commutation destiné à établir et couper le contact
avec un courant électrique, en particulier, avec les
courants à haute fréquence utilisés dans un chauffage
par induction.

10 La présente invention est particulièrement
utile pour un équipement de fusion par induction sous
vide dans lequel une bobine d'induction entoure un
creuset contenant un métal et monté à l'intérieur d'une
chambre sous vide. Traditionnellement, on fait passer
un courant d'une fréquence d'environ 3000 Hz ou plus
à travers les parois de la chambre au moyen de tubes
15 creux en cuivre au centre desquels circule de l'eau
de refroidissement.

 La bobine d'induction qui entoure le creuset
de fusion ou un autre appareil, est habituellement un
tube hélicoïdal en cuivre refroidi par eau. Cette
20 bobine est raccordée au tube traversant la paroi du
four. Des moyens doivent habituellement être prévus
pour déplacer le creuset à l'intérieur de la chambre,
par exemple, par inclinaison ou par un mouvement verti-
cal, ainsi que pour retirer la bobine et le creuset
25 qu'elle entoure, hors du four à des fins d'entretien
ou de remplacement. Dès lors, on doit prévoir un dis-
positif sectionneur capable de véhiculer des courants
électriques à haute fréquence, tout en évitant les
fuites d'eau. On utilise le plus couramment, comme
30 connecteurs, des tuyaux hydrauliques ordinaires ren-
fermant des conducteurs électriques torsadés. Ces
connecteurs ont tendance à être volumineux et encom-
brants, mais ils offrent l'avantage de pouvoir s'adap-
ter à des défauts d'alignement et analogues. Lors-
35 qu'on utilise des connecteurs rigides, avec des acces-

soires de raccordement conventionnels tels que des raccords de tuyaux, des fuites peuvent se produire, à moins d'avoir un alignement correct. En outre, de tels accessoires sont, par inhérence, incapables de permettre un mouvement de l'appareil à induction dans la chambre lorsqu'un vide est créé à l'intérieur de celle-ci.

On connaît évidemment une grande variété de commutateurs et d'autres raccords déconnectables destinés à être utilisés avec des courants forts. Toutefois, un très petit nombre de ces dispositifs sont construits de telle manière qu'ils soient efficaces avec des courants d'induction à haute fréquence (qui provoquent un échauffement des pièces), tout en étant également efficaces dans un vide.

Un objet de l'invention est de fournir un moyen perfectionné en vue de raccorder un appareil électrique à l'intérieur d'une chambre sous vide, plus particulièrement en vue de raccorder la bobine d'induction d'un four aux terminaisons de conducteurs passant à travers le côté de ce four. Un autre objet est de fournir un commutateur grâce auquel l'appareil peut se déplacer librement à l'intérieur de la chambre par rapport aux terminaisons de conducteurs.

Suivant l'invention, un commutateur comporte des contacts de raccordement mâle et femelle en forme de cuvette et de cône. Ces contacts sont montés sur des pièces mobiles opposées du commutateur afin qu'ils puissent venir s'engager l'un sur l'autre à la manière d'un jeu de contacts conducteurs. Chaque contact comporte des canaux pour l'écoulement d'un agent réfrigérant; le parcours d'écoulement de l'agent réfrigérant est indépendant du parcours du flux électrique, si bien que, lorsque le flux de courant électrique est interrompu, l'écoulement de l'agent réfrigérant n'est pas

influencé. Le commutateur comporte un moyen isolé électriquement qui est destiné à serrer les deux pièces ensemble afin d'obtenir un contact intime. Les contacts peuvent être raccordés à des conducteurs d'entrée et de sortie afin de pouvoir établir et couper le parcours de flux électrique entre eux.

Un commutateur selon une forme de réalisation préférée comporte deux pôles électriques et il est raccordé dans une ligne à haute fréquence de conducteurs constitués de tubes en cuivre parallèles caractérisant, par exemple, un simple appareil de chauffage par induction. Les contacts sont fixés à des parties isolantes des première et seconde pièces. Une circulation d'eau de refroidissement est établie vers et à partir des contacts à l'intervention d'une combinaison des tubes en cuivre et de tuyaux hydrauliques non conducteurs. Le moyen destiné à serrer les pièces ensemble à la manière d'un commutateur fermé est constitué de deux cylindres hydrauliques parallèles fixés à la première des deux pièces du commutateur. Chaque cylindre comporte une tige extensible et un bras rotatif solidarisé à cette dernière et venant s'engager sur la seconde pièce en la pressant fermement en direction de la première pièce lors de la mise en action. Lorsqu'ils sont libérés, les bras de serrage effectuent une rotation, si bien que la seconde pièce du commutateur, ainsi que la charge ou l'appareil qui y est solidarisé, peuvent être éloignés physiquement du voisinage de la première pièce. Lorsque la première pièce est supportée en porte à faux par les lignes d'amenée de courant ou d'autres moyens, l'élasticité des supports permet un auto-alignement satisfaisant des pièces du commutateur grâce à la configuration en cuvette et en cône de chaque jeu de contacts.

En raison de sa configuration, le commutateur

est adaptable à la conduction de courants alternatifs forts à haute fréquence (~ 1000 Hz), étant donné que l'isolation électrique et le refroidissement des diverses pièces permettent d'éviter une altération et un échauffement excessifs des éléments. La séparation entre les canaux d'écoulement d'agent réfrigérant et le parcours du flux électrique permet l'ouverture du commutateur dans un milieu ambiant contrôlé tel qu'un vide, sans dégradation de ce milieu ambiant.

Les objets, caractéristiques et avantages précités de la présente invention, ainsi que d'autres apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après de formes de réalisation préférées, donnée en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 illustre schématiquement une alimentation en courant de chauffage par induction alimentant une charge sous forme d'une bobine d'induction à l'intérieur d'une chambre de four sous vide, à l'intervention d'un commutateur suivant la présente invention monté à l'intérieur de la chambre;

la figure 2 est une vue en perspective d'un commutateur bipolaire de l'invention, le moyen de serrage le plus proche de l'observateur étant omis; et

la figure 3 est une vue en coupe d'une partie de l'appareil illustré en figure 2.

L'invention est décrite en référence à son utilisation avec un four de fusion par induction sous vide dans lequel une bobine d'induction et un creuset qu'entoure cette dernière, sont déplacés verticalement après la fusion du métal contenu dans le creuset. On comprendra que l'invention est applicable à d'autres utilisations, c'est-à-dire chaque fois que l'on désire interrompre efficacement un flux de courant à haute fréquence.

Par courant d'induction à haute fréquence, on entend

un courant alternatif ayant une fréquence de 1000 Hz ou plus.

La figure 1 illustre un système représentatif dans lequel l'invention est utile. Une alimentation en courant 10, par exemple, un groupe moteur-générateur, distribue un courant à haute fréquence à travers des conducteurs en cuivre refroidis par eau 12. Les conducteurs 12 passent à travers une bride non conductrice 13 fixée dans la paroi de la chambre 15 et ils aboutissent à un commutateur 14 suivant la présente invention. Le courant passe à travers le commutateur en direction d'un autre jeu de conducteurs 16, pour se diriger ensuite vers la charge 18. Spécifiquement, la charge est un creuset en matière céramique entouré d'un enroulement hélicoïdal cylindrique droit 19 constitué d'un tube en cuivre.

Les figures 2 et 3 sont des vues plus détaillées des éléments de l'invention. La figure 2 illustre la majeure partie de l'appareil, tandis que la figure 3 est une coupe transversale partielle d'un des deux contacts coniques 20. Les dessins illustrent un commutateur bipolaire quoique, de toute évidence, des pôles supplémentaires puissent être prévus dans d'autres formes de réalisation. Chaque pôle est constitué d'un jeu 20 de contacts en cuivre, à savoir un contact supérieur femelle 22 et un contact inférieur mâle 24. Le contact 24 comporte une partie de base cylindrique et une partie supérieure de forme conique 26. La partie conique 26 vient s'emboîter dans une section conique creuse de raccordement 28 définie dans le contact femelle. Les contacts 24, 22 sont boulonnés respectivement à des plaques d'isolation inférieure et supérieure 30, 32. Ces plaques sont constituées d'une matière isolante rigide telle qu'une matière plastique phénolique renforcée de tissu. La plaque d'isolation infé-

rieure 30 est montée sur une plaque de base en aluminium rigide 34. La plaque d'isolation supérieure 32 et les contacts 22 qui y sont fixés, sont conçus pour être déplacés verticalement vers le haut à l'écart de la plaque de base et des contacts 24 qui y sont fixés, lorsqu'il n'existe aucune entrave à ce mouvement, ainsi qu'on le décrira ci-après.

Des conduites d'amenée de courant 12 sont raccordées au jeu de contacts inférieurs 24. Des conduites analogues en cuivre refroidies par eau 16 raccordent électriquement et hydrauliquement les contacts supérieurs 22 à la bobine d'induction constituant la charge 18. Le support des pièces de l'appareil dans l'espace est obtenu le plus favorablement en les montant en porte à faux à l'écart des conduites 12 et 16. En d'autres termes, les conduites 12 sont assemblées rigidement aux parois de la chambre, tandis que les conduites 16 sont assemblées rigidement à la bobine de charge (laquelle est supportée indépendamment sur une plaque de base mobile 21). Dès lors, les pièces principales du commutateur sont toutes deux montées en porte à faux sur des structures. Ce système offre un avantage du fait que l'élasticité des conduites supports confère une certaine souplesse aux pièces supérieure et inférieure du commutateur 14 lorsqu'elles sont emboîtées l'une dans l'autre, permettant ainsi un alignement vertical moins parfait. Néanmoins, on comprendra que, dans d'autres formes de réalisation, les assemblages supérieur et inférieur du commutateur peuvent être supportés indépendamment ou à l'écart l'un de l'autre dans différentes configurations mécaniques. On envisage cette possibilité lorsque les conduites sont remplacées par d'autres conducteurs qui ne conviennent pas pour supporter les pièces de l'assemblage.

La pièce supérieure 82 du commutateur peut être déplacée vers le haut par un mouvement des conduites 16 auxquelles elle est assemblée. Elle peut être éloignée entièrement du voisinage de la partie inférieure du commutateur, permettant ainsi un mouvement de la charge à l'intérieur de la chambre. Lorsque la pièce supérieure 82 est à nouveau amenée à proximité de la pièce inférieure 84 du commutateur dans le but d'établir un contact électrique, cette pièce supérieure est abaissée verticalement jusqu'à ce que la partie femelle des contacts coniques 22 vienne enfermer les contacts mâles 24. Ensuite, les éléments de l'appareil sont assujettis l'un à l'autre au moyen du mécanisme de serrage.

Ce mécanisme de serrage est constitué de deux préassemblages identiques montés à chaque extrémité de la plaque de base 34. Chaque cylindre hydraulique 46 est monté dans la plaque de base 34, de préférence, à l'aide d'un isolateur périphérique 48 qui l'isole électriquement de cette plaque de base, de façon à éviter des courants de circulation induits. A l'extrémité de la tige de piston 50, est monté un bras de serrage 52 qui est fixé à l'arbre dans le sens axial, mais peut tourner librement autour de l'axe longitudinal de la tige de piston 50. Le bras prend appui sur une douille isolante d'écartement 54 afin que sa charge puisse être concentrée sur la ligne centrale du jeu de contacts 20. Lorsque le piston 56 du cylindre hydraulique est déplacé verticalement vers le bas au moyen de la pression hydraulique pénétrant dans la canalisation 58, le bras de serrage 52 presse les contacts du jeu 20 l'un contre l'autre avec une force importante. Lorsque le fluide hydraulique est appliqué au côté opposé du piston 56, la tige 50 monte, relâchant ainsi la pression exercée sur le bras 52.

A ce moment, le bras 52 peut être entraîné en rotation autour de l'arbre 50 afin de permettre un mouvement vertical libre de la pièce supérieure 82.

Les conduites 12, 16 sont des tubes en cuivre creux dans lesquels circule de l'eau comme indiqué par les flèches en figure 2. L'eau s'écoulant dans la conduite d'entrée 12 en direction du contact 24, 62 est acheminée au second contact polaire 24, 66 via un tuyau en caoutchouc non conducteur 64, puis elle est recyclée via la conduite de sortie 12. D'une manière analogue, l'eau s'écoulant en direction des contacts supérieurs 22 pénètre dans et quitte ces derniers via les tuyaux non conducteurs 68, 70, après quoi elle s'écoule à travers la bobine d'induction via les conduites creuses en cuivre 16. De la sorte, l'eau ne suit pas le même parcours que l'électricité dans le commutateur. En outre, lorsque les pièces supérieure et inférieure du commutateur sont séparées électriquement l'une de l'autre, l'eau continue à circuler à travers la bobine comme on le souhaite habituellement en raison de la chaleur résiduelle que renferme la charge. On peut utiliser d'autres raccords de tuyaux, tandis que l'eau circulant dans les conduites 12 peut également être amenée à s'écouler dans les conduites 16 à l'intervention de raccords dont la conception sera évidente.

Dans le meilleur mode de mise en oeuvre de l'invention, l'angle de conicité des contacts de raccordement doit se situer entre 25 et 35° et sera, de préférence, d'environ 30°. Si cet angle est trop prononcé, il se produira un coincement et il sera difficile de séparer les contacts; en revanche, si l'angle est trop oblique, on n'obtiendra pas alors une force interfaciale suffisante pour assurer un bon raccordement électrique et il y aura formation d'un arc. Les

angles précités ne sont que des suggestions et d'autres angles peuvent s'avérer utiles à l'expérience, suivant le courant que doit supporter le commutateur.

5 En règle générale, les conduites 12, 16 sont isolées afin d'empêcher la formation d'un arc. De la même manière, les contacts du commutateur sont isolés comme le montre la figure 3. (L'isolation est supprimée pour des raisons de clarté en figure 2). De préférence, les contacts sont cylindriques, étant
10 donné que cette configuration réduit l'effluve en couronne et qu'il est plus aisé de fabriquer les pièces isolantes 72, 74, 76 sous forme de bagues. De préférence, le manchon 76 est en caoutchouc et il est enlevé aisément.

15 Une protection contre les champs de chauffage par induction parasites émanant du commutateur en direction du milieu environnant peut être assurée en enfermant le commutateur dans un blindage métallique, en tenant compte du mouvement nécessaire des pièces
20 du commutateur au cours de l'utilisation. Des courants parasites peuvent être induits dans l'appareil de serrage. En conséquence, le bras 52 et la tige de piston 50 sont, de préférence, constitués d'une matière moins magnétique telle que l'acier inoxydable
25 "AISI 304". Le cylindre en métal 46 peut subir un échauffement excessif et, dans le meilleur mode de mise en oeuvre de l'invention, une canalisation supplémentaire 78 est prévue sur le côté du cylindre qui est mis sous pression lors de l'application de l'effet de
30 serrage, en l'occurrence, le côté où est prévue la canalisation 58 en figure 3. La canalisation 78 est raccordée à une soupape de détente de pression 80 et cette soupape est réglée à une pression suffisamment élevée pour exercer la force nécessaire sur la tige de piston,
35 mais inférieure à la pression maximum engendrée par la

force hydraulique fournie à la canalisation 58. Dès lors, il y aura une circulation continue d'huile hydraulique dans les canalisations 58, 78 lors de la mise en action du cylindre de serrage 46. Cette circulation continue d'huile maintiendra le piston à une température se situant dans son intervalle opératoire.

En règle générale, le commutateur de l'invention sera utile dans des configurations unipolaires et multipolaires. Le courant limite du commutateur sera déterminé par le nombre et la dimension des contacts, et la surface de contact conique d'un jeu variera en conséquence. Pour la conduction d'un courant d'une fréquence de 3000 Hz et d'une intensité supérieure à 100 ampères, un jeu de contacts coniques de 30° sera réalisé en cuivre de bonne conductivité tel que le cuivre "ETP" et aura une surface de contact conique apparente d'environ 10 cm².

Bien que, dans la forme de réalisation préférée de l'invention décrite ci-dessus, on prévoit des canaux à eau passant à travers les contacts, on comprendra que l'on peut utiliser d'autres agents réfrigérants, y compris des gaz. De même, les canaux peuvent avoir une configuration différente, notamment celle de petits tubes s'étendant autour de la périphérie des contacts. De la même manière, bien que le commutateur selon la forme de réalisation préférée illustrée ici soit raccordé à des conduites creuses véhiculant à la fois de l'eau et de l'électricité, on peut envisager d'utiliser le commutateur lorsque les conducteurs électriques ont, par rapport au courant à véhiculer, un calibre suffisant pour ne pas être refroidis. Dans ce cas, l'agent réfrigérant du commutateur pourrait être acheminé directement aux contacts par des canalisations non conductrices séparées.

Ainsi qu'on l'a souligné précédemment, la

configuration en cuvette et cône des contacts convient particulièrement bien pour l'invention, étant donné que de tels contacts ont une bonne capacité à assurer la mise en alignement et une liaison intime satisfaisante entre les surfaces. Toutefois, 5 cette configuration n'exclut pas l'utilisation de guides supplémentaires qui contribueront à assurer la mise à proximité initiale des jeux de contacts. De plus, bien qu'un cône soit la surface de révolution qui est engendrée le plus aisément pour réaliser les objets de l'invention, l'expression "conique" 10 est utilisée ici dans un sens vaguement générique et d'autres sections coniques à auto-alignement rentrant dans le cadre de l'invention peuvent être envisagées avec une égale utilité. 15

Bien que la présente invention ait été illustrée et décrite en se référant à une forme de réalisation préférée, l'homme de métier comprendra que diverses modifications peuvent y être apportées tant 20 dans sa forme que dans ses détails, sans se départir de son esprit et de son cadre tels qu'ils sont définis dans les revendications ci-après.

REVENDICATIONS

1. Commutateur en vue de contrôler le flux de courant électrique, ce commutateur comprenant:
 - 5 une première pièce (30) sur laquelle est monté un contact (24) comportant une section mâle (26) de forme conique;
 - une seconde pièce (32) pouvant se déplacer par rapport à la première et sur laquelle est monté un
 - 10 contact (22) comportant une section femelle (28) de forme conique conçue pour recevoir intimement la section de contact mâle (26), les pièces étant façonnées de telle sorte qu'un mouvement de la seconde pièce en direction de la première permette un emboîtement entre
 - 15 les parties coniques du contact femelle et du contact mâle afin de former un jeu de contacts à travers lequel peut passer le flux de courant électrique;
 - les deux contacts comportant des canaux (12,16) assurant la circulation d'un agent réfrigérant à tra-
 - 20 vers le jeu de contacts le long d'un parcours différent de celui suivi par le flux de courant électrique, ce parcours d'écoulement d'agent réfrigérant étant maintenu pendant les périodes au cours desquelles les pièces du commutateur sont éloignées l'une de l'autre;
 - 25 et
 - un moyen de serrage (50,52) qui, lors de sa mise en action, presse la première pièce contre la seconde, tout en permettant, lors de sa libération, la séparation des pièces et leur mouvement relatif libre ultérieur dans n'importe quelle direction.
2. Commutateur suivant la revendication 1, comprenant plusieurs contacts et jeux de contacts mâles (24) et femelles (22).
3. Commutateur suivant la revendication 1, caracté-
- 35 risé en ce qu'il comprend un moyen de serrage (50,52) constitué d'un cylindre hydraulique (46) et d'un moyen (58) destiné à maintenir l'écoulement du fluide hydraulique de mise en action à travers la partie du cylindre qui est mise sous pression, lorsque les pièces du

- 13 -

commutateur sont serrées ensemble.

4. Commutateur suivant la revendication 3, caractérisé en ce qu'une soupape de détente de pression (80) est raccordée au cylindre (46) afin de pouvoir maintenir l'écoulement de fluide hydraulique.

5. Commutateur suivant la revendication 1, dans lequel une des pièces (32,34) est montée sur un support en porte à faux élastiquement déformable.

10 6. Commutateur suivant la revendication 5, dans lequel le support en porte à faux est un tube (12) en cuivre creux raccordé à un contact, ce tube étant conçu pour acheminer un agent réfrigérant et un courant électrique au contact.

15 7. Commutateur suivant la revendication 1, dans lequel l'angle inclus de la section conique est de 25 à 35°.

8. Commutateur suivant la revendication 1, caractérisé par la première pièce (34) comportant une base, ainsi que plusieurs contacts (24) assemblés à cette dernière en en étant isolés, de façon à les isoler de la plaque de base et l'un de l'autre; une seconde pièce (32) comportant plusieurs contacts (23) qui y sont assemblés en en étant isolés, de façon à les isoler l'un de l'autre et des autres pièces de l'appareil; un cylindre (46) hydraulique solidarisé à la plaque de base (34) et comportant une tige (50) de mise en action à laquelle est assemblé un bras de serrage (52) celui-ci poussant la seconde pièce (32) en direction de la première (34) lorsque le cylindre est mis en action.

9. Commutateur suivant la revendication 8, dans lequel les contacts mâles et femelles sont interchangeables.

35 10. Commutateur suivant la revendication 8, dans lequel une isolation (72-76) circonscrit entièrement les jeux de contacts lorsque les contacts sont emboîtés.

11. Commutateur suivant la revendication 8, dans

2549285

- 14 -

lequel le bras de serrage (52) peut pivoter autour de la tige.

planche I/II

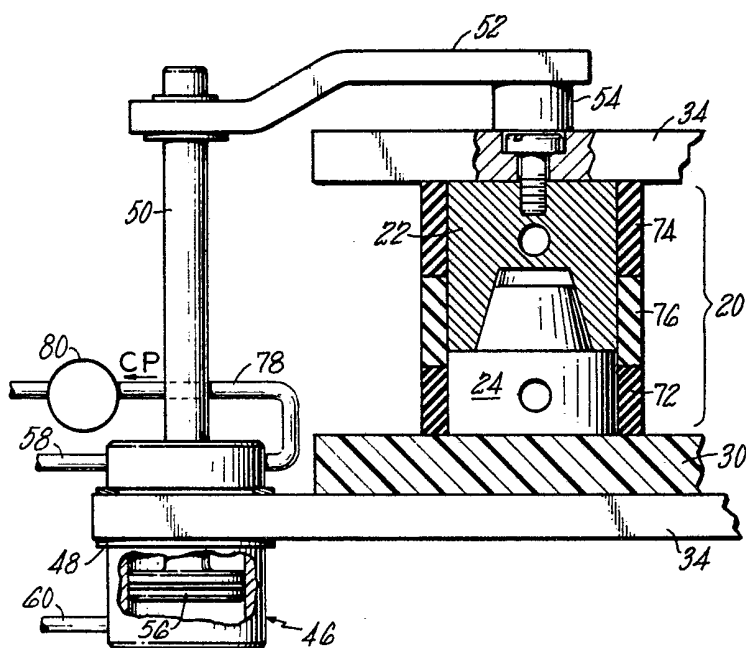
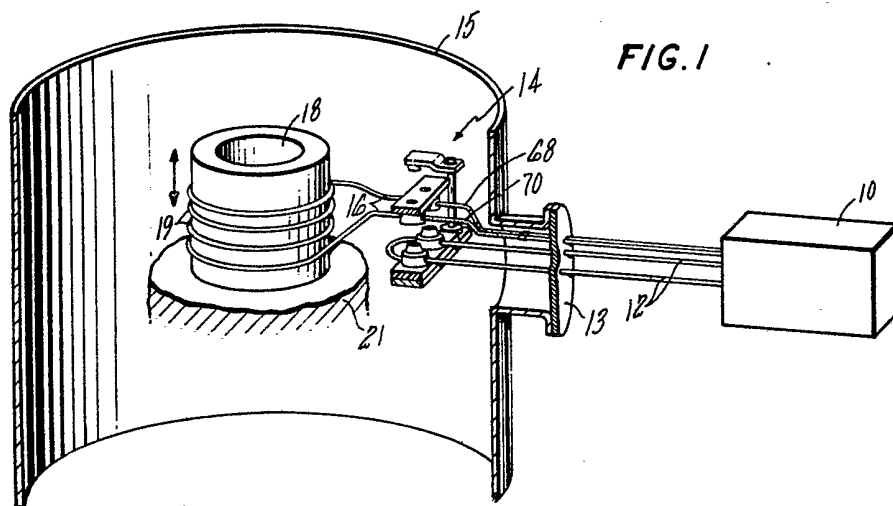


planche II/II

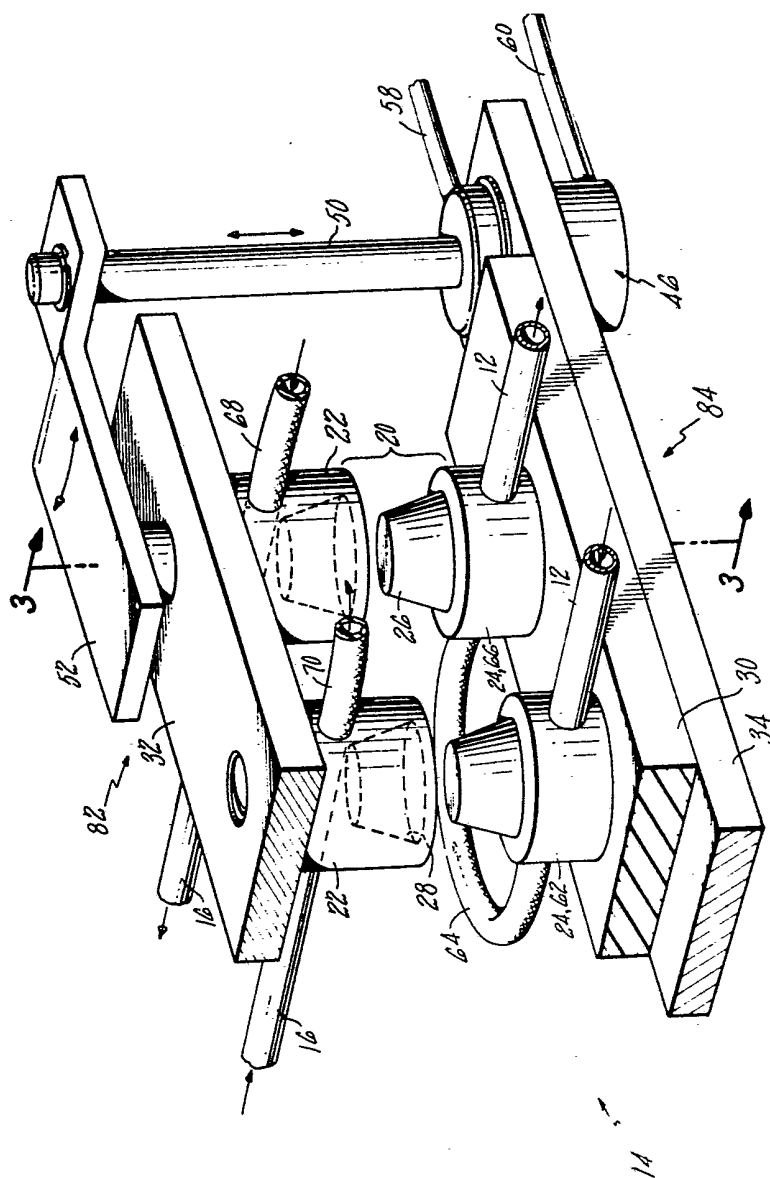


FIG. 2