(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication : **0 365 441 B1**

(12) # FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet : **28.07.93 Bulletin 93/30**

(51) Int. Cl.^{5} : **G10H 1/34**

(21) Numéro de dépôt : **89420385.0**

(22) Date de dépôt : **10.10.89**

(54) **Clavier rétroactif modulaire et actionneur modulaire plat.**

(30) Priorité : **13.10.88 FR 8814064**

(43) Date de publication de la demande : **25.04.90 Bulletin 90/17**

(45) Mention de la délivrance du brevet : **28.07.93 Bulletin 93/30**

(84) Etats contractants désignés : **DE ES FR GB IT NL**

(56) Documents cités :
DE-A- 3 436 229
GB-A- 390 213
US-A- 3 938 642
IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Vol 31 No 2; July 1988; Armonk, USA Pages 78-80; "Keys with Position and Force Feedback"

(73) Titulaire : **MINISTERE DE LA CULTURE, DE LA COMMUNICATION, DES GRANDS TRAVAUX ET DU BICENTENAIRE**
3, rue de Valois
F-75001 Paris (FR)

(72) Inventeur : **Cadoz, Claude**
F-38134 Saint-Joseph de Rivière (FR)
Inventeur : **Lisowski, Leszek**
4, Place Beaumarchais
F-38130 Echirolles (FR)
Inventeur : **Florens, Jean-Loup**
19, Rue Jean-Macé
F-38000 Grenoble (FR)

(74) Mandataire : **de Beaumont, Michel**
1bis, rue Champollion
F-38000 Grenoble (FR)

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Jouve, 18, rue Saint-Denis, 75001 PARIS

Description

La présente invention concerne le domaine des appareils de musique électronique à clavier et la réalisation d'un assemblage d'actionneurs modulaires plats.

Dans les appareils de musique électronique, on a fait de très nombreux progrès quant à la partie électronique proprement dite et, du point de vue musical, un appareil donné peut remplir de très nombreuses fonctions grâce aux divers programmes que l'on peut introduire dans un processeur de commande. Toutefois, la partie mécanique des appareils électroniques à clavier reste encore assez primitive. Elle manque de souplesse à de nombreux égards :

- d'une part, il n'est généralement pas possible de remplacer en un emplacement choisi du clavier un type de touche par un autre (par exemple une touche de piano par un joy stick (manche de commande), une touche blanche par une touche noire, etc.) ;
- d'autre part, l'ensemble des touches constituant le clavier est fixé à l'avance et il n'est pas possible pour l'utilisateur d'augmenter le nombre de touches sans acheter un nouveau clavier complet.

Ainsi, un premier objet de la présente invention est de prévoir un clavier d'appareil de musique électronique présentant plus de souplesse de fabrication et d'utilisation que les claviers de l'art antérieur.

Pour cela, la présente invention propose un clavier modulaire.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir un tel appareil dans lequel les touches soient rétroactives, c'est-à-dire opposent aux actions de l'utilisateur une réaction de nature choisie selon le type de fonction que l'on souhaite conférer à la touche.

Pour obtenir cette rétroactivité, comme cela est connu par exemple du document IBM Technical Disclosure Bulletin, vol. 31 no. 2; juillet 1988; Armonk, USA; PP 78-80 "Keys with position and force feedback". il convient d'associer à chaque module de touche un élément moteur. L'un des préjugés que l'invention a dû vaincre réside dans le fait que la réalisation d'un élément moteur de puissance appropriée et suffisamment plat pour tenir dans l'espace alloué par exemple à une touche de piano, semblait un obstacle insurmontable techniquement et/ou économiquement. En effet, si l'on considère une octave de piano, classique (12 touches), elle occupe une largeur de 165 millimètres, c'est-à-dire que la mécanique associée à chaque touche a une largeur qui ne doit excéder 13,75 millimètres. Pour réaliser un système parfaitement modulaire, il est souhaitable que chaque élément moteur ne dépasse pas cette largeur. Sinon, on serait obligé de décaler les éléments moteurs les uns par rapport aux autres ce qui entraînerait que le système ne serait plus parfaitement modulaire.

Ainsi, un autre objet de la présente invention a été de prévoir un moteur linéaire plat particulier pouvant être assemblé de façon modulaire avec d'autres moteurs. Ce moteur, ou actionneur modulaire selon la présente invention peut bien entendu trouver d'autres applications que celles d'un clavier d'instrument de musique, et pourra par exemple être utilisé dans le domaine de la robotique ; dans ce cadre, on pourra utiliser des couplages de touches pour créer dans mouvements complexes tels que des mouvements de pincement et de préhension pour former un manipulateur.

Pour atteindre ces objets ainsi que d'autres, la présente invention prévoit un clavier rétroactif modulaire muni de touches permettant de renvoyer à l'utilisateur une sensation caractéristique de ladite touche, dans lequel chaque touche est un élément d'un module parallélépipédique plat autonome comprenant un moteur, un capteur de position et des moyens de connexion électrique, chaque module comprend des moyens pour le fixer au module adjacent, et les touches sont reliées à une unité centrale de traitement pour leur conférer la réponse souhaitée par action sur le moteur et pour traiter les signaux du capteur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, chaque module comprend un plateau ou bras mobile identique pour toutes les touches, ce plateau comprenant des moyens pour y fixer de façon interchangeable des parements ayant l'aspect, la forme et la dimension désirés correspondant à un instrument considéré, original ou de type classique.

Selon son autre aspect, la présente invention prévoit un assemblage de modules actionneurs linéaires plats. Chaque module comprend : une bobine mobile plate montée sur des glissières lui permettant de coulisser dans son plan dans une direction déterminée, des moyens d'alimentation en courant de la bobine, de chaque côté de cette bobine et sensiblement parallèlement à celle-ci un moyen plat d'application d'un champ magnétique dans une direction orthogonale au plan de la bobine, ce champ étant dans un premier sens dans une première moitié de la surface occupée par la bobine au repos et du sens opposé dans la deuxième moitié, et des moyens d'espacement pour maintenir un écart constant entre les moyens d'application de champ magnétique. Dans cet assemblage, un seul moyen d'application de champ magnétique est présent entre deux bobines, et des moyens de fermeture encadrent les moyens d'application de champ magnétique extrêmes.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les moyens d'application de champ magnétique sont des aimants permanents en forme de plaquettes orientés de façon opposée dans chaque demi surface.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les moyens d'application de champ magné-

tique sont des bobines plates orientées de façon opposée dans chaque demi surface.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, cet assemblage comprend des châssis support identiques munis de moyens d'espacement par rapport aux châssis voisins, chaque châssis comportant des moyens de fixation pour porter : un moyen d'application de champ magnétique, des tiges de guidage d'une bobine mobile plate adjacente, un détecteur de position de ladite bobine.

Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés plus en détail dans la description suivante d'exemples de réalisation faite en relation avec les figures parmi lesquelles :

la figure 1 représente un clavier selon la présente invention constituée de touches modulaires ;

la figure 2 illustre le fait que l'on peut associer à chaque touche diverses fonctions ;

la figure 3 représente de façon extrêmement schématique un actionneur modulaire selon la présente invention ;

les figures 4A et 4B représentent des vues de dessus d'aimants compris dans un module de l'actionneur selon la présente invention ;

la figure 5 représente une vue en perspective schématique simplifiée de deux modules d'un actionneur selon la présente invention ;

la figure 6 représente une vue de face d'un module actionneur selon la présente invention ;

la figure 7 illustre schématiquement un assemblage matriciel de modules actionneurs selon la présente invention ;

la figure 8 représente un mode de couplage de touches distinctes avec un bras dont l'extrémité peut se déplacer dans un plan ; et

la figure 9 représente l'association de deux bras selon la figure 8, formant un manipulateur.

Ainsi, la figure 1 illustre schématiquement le type de réalisation d'un clavier selon la présente invention. Ce clavier comprend des modules individuels 1 dont chacun comprend un bras ou plateau d'actionnement 2. A l'intérieur du module sont compris :

- un détecteur de position de la touche,
- un élément moteur ou actionneur permettant, en fonction de l'action détectée sur la touche, de fournir une force résistive et éventuellement de rappel déterminée par un processeur central recevant de chaque touche l'indication de position et fournissant une commande pour le moteur.

En outre, à chaque module est associée une carte électronique comprenant des moyens de prétraitement de signaux du détecteur et des moyens d'amplification de signaux de commande fournis en retour par le processeur central.

Selon une caractéristique de l'invention, ces modules peuvent être reliés ensemble de façon simple, par exemple par encliquetage ou par fixation par tiges et serrage.

Selon un aspect de l'invention, comme le représente la figure 2, dans le cas où le clavier est destiné à former un clavier d'instrument de musique, les plateaux ou bras 2 peuvent être munis de parements correspondant à l'aspect des touches classiques de l'instrument de musique, par exemple une touche noire 4, une touche blanche 6 et un joy stick 8.

Ainsi, le clavier modulaire selon la présente invention présente le double avantage de pouvoir comprendre un nombre de touches quelconque mais en plus que chaque touche peut être associée à une fonction différente à condition de modifier convenablement le programme associé dans le processeur central pour avoir les réactions correspondant à ce type de touche.

En outre, comme cela sera exposé en relation avec les figures 8 et 9, il est possible de coupler plusieurs touches pour les actionner simultanément pour créer par exemple une fonction analogue à celle d'un archet.

La figure 3 représente de façon extrêmement schématique et simplifiée un type de moteur approprié à la réalisation de modules d'actionneurs utilisables par exemple dans un clavier tel que celui illustré en figure 1. Ce moteur comprend des moyens de création de champ magnétique fixes de forme plate, ci-après appelés éléments de polarisation, entre lesquels sont disposées des bobines mobiles en translation dans leur plan. Les bobines mobiles reçoivent un courant déterminé par un processeur central.

Chaque élément de polarisation est divisé en deux moitiés selon un plan vertical, comme le représentent les figures 4A et 4B, de façon à appliquer dans chacune de ces deux moitiés des champs en direction opposée.

La figure 4A représente le cas où chaque élément de polarisation comprend dans sa partie gauche une plaque d'aimant 10 dont la face nord est apparente et dans sa partie droite une plaque d'aimant 11 dont la face sud est apparente.

Comme le représente la figure 4B, pour des questions de commodité et de coût des aimants, chaque plaque pourrait être divisée en plusieurs plaques élémentaires, par exemple 10-1 et 10-2 pour la partie gauche et 11-1 et 11-2 pour la partie droite.

Plus particulièrement, la figure 3 représente trois éléments de polarisation 14, 16 et 18 en forme de plaques et trois bobines plates 20, 22 et 24. En outre, à gauche de l'élément de polarisation 14 qui se trouve à une extrémité d'un ensemble de modules, est disposée une plaque de fermeture du champ magnétique 26, par exemple une plaque en fer doux. Ainsi, par exemple, pour constituer un assemblage de deux modules selon la présente invention, on assemblera successivement une première plaque de fermeture 26, un élément de polarisation 14 puis des ensembles

successifs correspondant à chaque module comprenant une bobine plate mobile 20 et un élément de polarisation fixe 16 puis une deuxième bobine mobile 22 associée à son élément de polarisation 18. Pour réaliser un ensemble à deux modules seulement, au lieu de placer une nouvelle bobine 24 derrière l'élément de polarisation 18 comme cela est représenté, on placera derrière cet élément 18 une plaque de fermeture de lignes de champ similaire à la plaque 26.

L'assemblage de la figure 3 montre que, en exceptant les extrémités de l'assemblage, pour ajouter un module à un ensemble existant, il suffit d'ajouter un ensemble comprenant un élément de polarisation et une bobine.

Ainsi, comme on le verra ci-après, la présente invention prévoit des modules élémentaires comprenant, sur un châssis fixe, muni de moyens de liaison avec les châssis adjacents, un support d'élément de polarisation et de bobine mobile.

La figure 5 représente une vue en perspective un peu plus détaillée que celle de la figure 3 mais encore très schématique d'un ensemble de deux éléments de polarisation 16 et 18 et de deux bobines mobiles 22 et 24. Chaque bobine mobile est liée à des glissières 30 et 31 susceptibles de coulisser sur des tiges de guidage 32 et 33, ces tiges étant comme on le verra ci-après solidaires d'un châssis portant un élément de polarisation adjacent à la bobine. En outre, à chaque bobine est fixé un ensemble de transformation de mouvement de translation en mouvement de rotation comprenant un premier bras 34 solidaire de la bobine et se déplaçant d'avant en arrière et d'arrière en avant selon le sens du courant passant dans la bobine, et un deuxième bras 35 articulé sur un axe 36 également solidaire du châssis fixe de l'élément de polarisation associé à la bobine considérée. La liaison entre le bras articulé 35 et le bras se déplaçant en va-et-vient 34 se fait par un système de liaison classique désigné schématiquement par une partie en arc de cercle 38. Le bras 35 est lié à un troisième bras 37 qui se déplace donc en rotation par rapport à l'axe 36. Ce troisième bras 37 correspond au plateau ou bras d'actionnement susmentionné du module considéré. Les dimensions des divers éléments du système de transformation de mouvement de translation en mouvement de rotation, en relation avec la valeur de déplacement possible de la bobine le long des tiges de guidage, seront par exemple choisies pour que l'on obtienne une possibilité de débattement en rotation de 10° par rapport à une position de repos. C'est sur les bras ou plateaux 37 que l'on pourra encliqueter ou fixer d'une autre manière des parements choisis.

Bien entendu d'autres moyens de transformation de mouvement de translation en mouvement de rotation pourront être utilisés et, pour d'autres applications, on pourra également chercher à utiliser directement le mouvement de translation de la bobine mobile.

La figure 6 représente en vue de face un exemple de réalisation schématique d'une bobine et d'un élément d'aimantation montés sur un châssis pour former un module élémentaire.

La bobine est désignée par la référence 40 et ses bornes d'accès par les références 41 et 42.

L'élément de polarisation comprend une plaque 43 dont la face nord est apparente et une plaque 44 dont la face sud est apparente de façon à créer des champs opposés dans les deux moitiés verticales de la bobine.

Comme dans le cas de la figure 5, on a représenté un système de transformation du mouvement de translation de la bobine en un mouvement de rotation, désigné par les mêmes références 34 à 38.

Le châssis 50 a une face arrière sensiblement plane et comprend des moyens pour loger et bloquer, par exemple à force, les plaques d'aimantation 43 et 44. Le châssis comprend des moyens 51, 52 et 53, 54 de fixation des tiges de guidage 32 et 33 sur lesquelles coulisse la bobine mobile 40 par l'intermédiaire des glissières 30 et 31.

On a également représenté à la partie supérieure du châssis, une bande résistive 60 dont les extrémités sont solidaires de bornes d'accès 61 et 62. Sur cette bande résistive peut coulisser un frotteur de court-circuit 64 solidaire de la glissière 31 de sorte que la résistance entre les bornes 61 et 62 est représentative de la position de la bobine mobile.

D'autre part, des butées en saillie sont prévues pour assurer un espacement déterminé par rapport à la face arrière du châssis adjacent. On a représenté quatre butées latérales 71 à 74 et une butée centrale 75. De préférence, la face arrière sensiblement plane des châssis 50 comprendra des encoches destinées, en coopération avec les butées 71 à 75 à positionner l'un par rapport à l'autre deux châssis successifs. Plusieurs châssis se "collent" naturellement les uns aux autres sous l'effet de l'attraction magnétique. Il sera toutefois préférable de prévoir des passages de tiges ou boulons de fixation.

Comme cela sera clair pour l'homme de l'art, pour que l'ensemble de modules actionneurs tels qu'illustrés en figures 3, 5 et 6 fonctionne de façon satisfaisante, il convient que le champ créé par une bobine mobile n'ait pas d'influence sur la bobine adjacente. Ceci sera le cas si l'on veille à ce que le champ maximal crée par une bobine quand du courant la traverse ne dépasse pas environ le dixième du champ créé par les éléments de polarisation.

En revenant sur la figure 3, on soulignera qu'un élément de polarisation sert aux deux bobines qui l'encadrent. Ceci permet d'obtenir un moteur plat particulièrement compact.

Les contraintes exposées précédemment (largeur de 13,75 mn par module pour un clavier de piano) ont facilement pu être satisfaites dans le cadre d'un dispositif expérimental selon la présente inven-

tion en utilisant des éléments classiques comprenant des bobines plates d'une épaisseur de l'ordre de 6 mm, ces bobines s'incrivant dans un rectangle de 60 mm x 120 mm, et les éléments de polarisation étant constitués de plaques d'aimant aux terres rares d'une épaisseur de 6 mm, ce qui laisse un entrefer de part et d'autre de chaque bobine inférieur à 1 mm (1,75/2 mm).

On a représenté jusqu'ici une forme linéaire d'assemblage modulaire d'actionneurs plats. D'autres types d'assemblages sont également possibles.

La figure 7 illustre schématiquement un exemple d'assemblage matriciel. Cet assemblage est constitué d'aimants plats Aij (vus en bout) disposés en 4 rangées (i=1...4) et 4 colonnes (j=1...4). Tous les aimants d'une colonne ont le même sens d'aimantation (symbolisé par une flèche) et les aimants de deux colonnes adjacentes ont des sens d'aimantation opposés. Des bobines B sont disposées pour subir comme précédemment le champ d'éléments de polarisation regroupant des aimants de rangées adjacentes. Toutefois, on notera qu'ici la notion d'élément de polarisation n'est pas figée comme dans le cas des assemblages linéaires précédemment décrits. Comme le montre la figure, alors que pour les bobines B11, B12, B21, B22 les éléments de polarisation correspondent à des aimants des colonnes 1 et 2 et des colonnes 3 et 4, par contre, pour la bobine B31, les éléments de polarisation regroupent des aimants des colonnes 2 et 3. Ceci augmente la souplesse de conception, et permet des agencements d'actionneurs très denses et susceptibles de s'adapter à des besoins particuliers.

La figure 7 représente également de façon schématique des plaques de fermeture de champ magnétique 81-84, étant entendu que les deux plaques 81 sont reliées par un trajet magnétique.

Bien entendu, la présente invention est susceptible de nombreuses variantes et modifications.

Par exemple, les éléments de polarisation au lieu d'être des aimants permanents pourraient être des bobines plates à noyau de fer alimentées en courant continu, ce qui constitue un moyen de réglage complémentaire des actionneurs permettant d'appliquer une même condition en modifiant le champ continu de tous les éléments de polarisation.

D'autre part, outre les assemblages précédemment décrits en rangée linéaire et en matrice, d'autres dispositions pourront être adoptées. Par exemple, l'assemblage linéaire pourrait, moyennant de petites variations de forme, être un assemblage en anneau. Il serait alors inutile de prévoir les pièces de fermeture de champ magnétique. De même l'assemblage matriciel pourrait être un assemblage en anneaux concentriques.

Par ailleurs, on a décrit l'actionneur modulaire selon la présente invention dans son application à la création d'un clavier. En ce cas, l'actionneur sert essentiellement à fournir une force de réaction à une action sur une touche du clavier. Une autre application de cet actionneur consisterait à la faire agir réellement comme moteur, par exemple dans le cadre d'applications robotiques où l'on cherche souvent à rassembler un grand nombre d'actionneurs dans un petit volume.

Parmi des exemples d'autres variantes possibles de l'invention on peut citer les suivants :

- les bobines mobiles peuvent comprendre des bandes de fer intercalées entre les tours de la bande de cuivre enroulée en bobine plate dans un but d'optimisation de la caractéristique de consommation en fonction de la puissance fournie ;
- divers types de capteurs de position potentiométriques, optiques, inductifs, par exemple, peuvent être utilisés ;
- le déplacement d'une bobine peut être utilisé, par l'intermédiaire d'un contacteur lié à cette bobine et associé à un commutateur multipolaire pour provoquer un actionnement séquentiel déterminé de plusieurs autres bobines d'un ensemble donné ;
- deux ou plusieurs bobines mobiles d'un même assemblage peuvent être couplées mécaniquement et/ou électriquement...

Ainsi, selon une variante de la présente invention, il est possible d'associer plusieurs touches pour obtenir par une commande unique l'actionnement de plusieurs touches d'un clavier ou bien inversement pour que l'actionnement des moteurs de plusieurs touches produise un mouvement à plusieurs degrés de liberté.

Un exemple d'une telle association est illustré schématiquement en figure 8. On y voit, en vue en bout, l'extrémité de touches 80, qui correspondent aux extrémités des bras ou plateaux désignés par la référence 37 en figures 5 et 6 et par la référence 2 en figure 1. Plus particulièrement, deux touches 80-1 et 80-2 sont associées par un bras 82. Une extrémité du bras 82 est montée à rotation sur un axe 84 solidaire de la touche 80-2 et prolongeant celle-ci perpendiculairement au plan de la figure. L'autre extrémité du bras 82 est montée sur la touche 80-1 par un ensemble 86 (analogue à l'ensemble 38 à la figure 5) de transformation de mouvement rectiligne en mouvement circulaire. Cet ensemble 86 peut comprendre un plan 87 fixé à la touche 80-1 et tourné vers la touche 80-2. Une rotule 88 constituée d'une portion de cylindre d'axe 84 s'appuie contre le plan 87. De façon classique, le plan 87 peut être associé au cylindre 88 par un câble fixé aux extrémités haute et basse du plan 87 et faisant une boucle autour de la rotule, d'où il résulte que l'on obtient un roulement sans glissement ni frottement de la rotule 88 sur le plan 87.

En considérant une tige 90 montée sur le bras 82, son extrémité 92 pourra se déplacer dans un plan à

l'intérieur d'un contour 94 pour mouvoir les touches 80-1 et 80-2 ou au contraire en étant mue par celles-ci. Dans le cas où c'est la tige qui actionne les touches, elle pourra être utilisée pour simuler le comportement d'un joy stick à deux degrés de liberté. On notera également qu'un mouvement à deux degrés de liberté peut constituer une représentation simplifiée du déplacement d'un archet de violon.

La figure 9 illustre très schématiquement l'association de deux assemblages du type de celui de la figure 8 sur des extrémités de touches 80-1 et 80-2, d'une part, et 80-3 et 80-4, d'autre part.

Bien entendu un décrochement ou des échancrures sont ménagés dans les pièces de ces ensembles pour qu'elles n'entrent pas en contact. On désigne par la référence 100 l'extrémité de la tige du premier ensemble et par la référence 101 l'extrémité de la tige du deuxième ensemble. On notera que l'on peut conférer à ces tiges des mouvements de pincement permettant la préhension d'objets.

On pourra également obtenir des déplacements complexes en montant sur les extrémités 100 et 101 un arbre par des rotules et glissières.

D'autre part l'homme de l'art notera que d'autres procédés peuvent être utilisés pour associer deux touches, par exemple un bras télescopique articulé à chaque extrémité sur chaque touche ou deux bras reliés entre eux par une articulation et ayant chacun une extrémité articulée sur une touche. On pourra également prévoir des associations de plus de deux touches.

Revendications

1. Clavier rétroactif modulaire pour instrument de musique muni de touches permettant de renvoyer à l'utilisateur une sensation caractéristique de ladite touche, dans lequel chaque touche est associée à un moteur, un capteur de position et des moyens de connexion électrique reliés à une unité centrale de traitement pour conférer à chaque touche la réponse souhaitée par action sur le moteur et pour traiter les signaux du capteur, caractérisé en ce que chaque touche est un élément d'un module parallélépipédique plat autonome (1) comprenant cette touche, le moteur, le capteur de position, les moyens de connexion électrique, et des moyens pour le fixer au module adjacent, et en ce que chaque module comprend un plateau ou bras mobile (2 ; 37), identique pour toutes les touches, ce plateau comprenant des moyens pour y fixer de façon interchangeable des parements ayant l'aspect, la forme et la dimension des touches de l'instrument considéré.

2. Assemblage de modules actionneurs linéaires plats, dans lequel chaque module comprend:

une bobine mobile plate (20, 22, 24 ; 40) montée sur des glissières (31, 32) lui permettant de coulisser dans son plan dans une direction déterminée,

des moyens (41, 42) d'alimentation en courant de la bobine,

de chaque côté de cette bobine et sensiblement parallèlement à celle-ci un moyen plat d'application d'un champ magnétique dans une direction orthogonale au plan de la bobine, ce champ étant dans un premier sens dans une première moitié de la surface occupée par la bobine au repos et du sens opposé dans la deuxième moitié, et

des moyens d'espacement (71-75) pour maintenir un écart constant entre les moyens d'application de champ magnétique,

caractérisé en ce que:

un seul moyen d'application de champ magnétique est présent entre deux bobines ; et

des moyens de fermeture encadrent les moyens d'application de champ magnétique extrêmes.

3. Assemblage de modules selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens d'application de champ magnétique sont des aimants permanents (10, 11 ; 10-1 .. 11-2) en forme de plaquettes orientés de façon opposée dans chaque demi-surface.

4. Assemblage de modules selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens d'application de champ magnétique sont des bobines plates orientées de façon opposée dans chaque demi-surface.

5. Assemblage de modules selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend:

un détecteur de position associé à chaque bobine ;

un processeur central ; et

des interfaces pour commander les moyens d'alimentation de chaque bobine en réponse aux signaux des détecteurs traités par le processeur.

6. Assemblage de modules selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend des châssis support identiques munis de moyens d'espacement par rapport aux châssis voisins, chaque châssis (50) comportant des moyens de fixation pour porter :
   - un moyen d'application de champ magnétique (43, 44),
   - des tiges de guidage (32, 33) d'une bobine mobile plate adjacente, et
   - un détecteur de position (60) de ladite bobi-

ne.

7. Assemblage de modules selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque bobine est solidaire d'une touche et en ce que deux touches sont reliées par un bras (82), articulé sur chaque touche pouvant être déplacé par l'une, l'autre, ou les deux touches.

Patentansprüche

1. Modulare retroaktive Tastatur für ein Musikinstrument, mit Tasten, die es erlauben, dem Benutzer ein für die Taste charakteristisches Anschlagsgefühl zurückzusenden, wobei jede Taste mit einem Motor verbunden ist, ein Positionssensor und Einrichtungen zur elektrischen Verbindung an eine zentrale Bearbeitungseinheit angeschlossen sind, um jeder Taste die gewünschte Ansprache durch einen Befehl über den Motor mitzuteilen und um die Signale des Sensors zu bearbeiten, dadurch gekennzeichnet, daß jede Taste ein Element eines flachen autonomen Parallelepipedmodules (1) ist, das diese Taste, den Motor, den Positionssensor, die Einrichtungen zur elektrischen Verbindung und Einrichtungen zum Befestigen mit dem Nachbarmodul enthält, und daß jedes Modul eine bewegliche Platte oder einen beweglichen Arm (2; 37) aufweist, der für alle Tasten gleich ausgestaltet ist, wobei diese Platte Einrichtungen aufweist, um darauf auswechselbar Aufsätze zu befestigen, die das Aussehen, die Form und die Dimension der Tasten des betrachteten Instrumentes haben.

2. Anordnung von linearen flachen Aktuatormodulen, in der jedes Modul enthält:

eine bewegliche Flachspule (20, 22, 24; 40), die auf Schienen (31, 32) befestigt ist, die ihr eine Bewegung in ihrer Ebene in einer bestimmten Richtung gestatten,

Einrichtungen (41, 42) zur Stromversorgung der Spule,

zu beiden Seiten der Spule und im wesentlichen parallel zu dieser je eine flache Einrichtung zum Anlegen eines Magnetfeldes in einer Richtung senkrecht zur Ebene der Spule, wobei dieses Feld in einer ersten Hälfte der von der Spule in Ruhestellung eingenommenen Fläche eine erste Richtung und in der zweiten Hälfte die entgegengesetzte Richtung aufweist, und

Abstandshalter (71 - 75), um einen konstanten Abstand zwischen den Einrichtungen zum Anlegen des Magnetfeldes einzuhalten, dadurch gekennzeichnet, daß:

eine einzige Einrichtung zum Anlegen des Magnetfeldes zwischen zwei Spulen vorhanden ist; und

Verschlußeinrichtungen die äußeren Einrichtungen zum Anlegen eines Magnetfeldes umgeben.

3. Anordnung von Modulen nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zum Anlegen eines Magnetfeldes Permanentmagnete (10,11; 10-1 ... 11-2) in Form von Plättchen sind, die in jeder Halbfläche entgegengesetzt orientiert sind.

4. Anordnung von Modulen nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zum Anlegen eines Magnetfeldes Flachspulen sind, die in jeder Halbfläche entgegengesetzt orientiert sind.

5. Anordnung von Modulen nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie aufweist:

je einen Positionssensor für jede Spule;

einen zentralen Prozessor; und

Schnittstellen, um die Versorgungseinrichtungen für jede Spule in Antwort auf die von dem Prozessor bearbeiteten Signale der Sensoren anzusteuern.

6. Anordnung von Modulen nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie identische Trägerchassis aufweist, die mit Abstandshaltern zu den benachbarten Chassis ausgerüstet sind, wobei jedes Chassis (50) Befestigungseinrichtungen aufweist, um

eine Einrichtung (43, 44) zum Anlegen eines Magnetfeldes,

Führungsstangen (32, 33) für eine benachbarte flache bewegliche Spule und

einen Positionssensor (60) dieser Spule zu tragen.

7. Anordnung von Modulen nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Spule in eine Taste integriert ist und daß zwei Tasten durch einen Arm (82) miteinander verbunden sind, der an jeder Taste gelenkig angeschlossen ist und durch die eine, die andere oder durch beide Tasten bewegt werden kann.

Claims

1. A modular retroactive keyboard for a music instrument provided with keys permitting to send back to the user a perception characteristic of said key, wherein each key is associated with a motor, a position detector and electric connection means connected to a central processing unit for feeding back to each key the desired response

through a command of said motor and for processing the detector signals, characterized in that each key is an element of an independent flat parallelepipedic module (1) comprising said key, said motor, said position detector, said electric connection means and means for fixing it to the adjacent module, and each module comprises a mobile plate or arm (2; 37), identical for all the keys, said plate comprising means for fixing thereto interchangeable fittings having the look, the shape and the size of the keys of the considered instrument.

2. An assembly of flat linear actuator modules, wherein each module comprises:

a flat mobile coil (20, 22, 24; 40) mounted on sliding rails (31, 32) allowing it to slide along its plane in a determined direction,

means (41, 42) for supplying current to the coil,

on both sides of this coil and substantially parallel to it a flat means for applying a magnetic field in a direction orthogonal to the coil plane, this field being in a first direction in the first half of the surface occupied by the coil at rest and in an opposite direction in the second half, and

spacing means (71-75) for maintaining a constant gap between the means for applying a magnetic field,

characterized in that:

only one means for applying a magnetic field is present between the two coils; and

closing means surround the external means for applying a magnetic field.

3. An assembly of modules according to claim 2, characterized in that the means for applying a magnetic field are permanent magnets (10, 11; 10-1 ... 11-2) in the form of small plates oriented in opposite direction in each half surface.

4. An assembly of modules according to claim 2, characterized in that the means for applying a magnetic field are flat coils oriented in opposite direction in each half surface.

5. An assembly of modules according to claim 2, characterized in that it comprises:

a position detector associated to each coil;

a central processor; and

interfaces for controlling the feeding means of each coil in response to the detector signals processed by the processor.

6. An assembly of modules according to claim 5, characterized in that it comprises identical supporting frames fitted with means for spacing them away from adjacent frames, each frame (50) comprising fixing means for carrying:

means for applying a magnetic field (43, 44),

guiding rods (32, 33) for an adjacent flat and mobile coil, and

a position detector (60) for said coil.

7. An assembly of modules according to claim 2, characterized in that each coil is integral with a key and two keys are coupled by an arm (82), articulated on each key and capable to be moved by one, the other or both key(s).

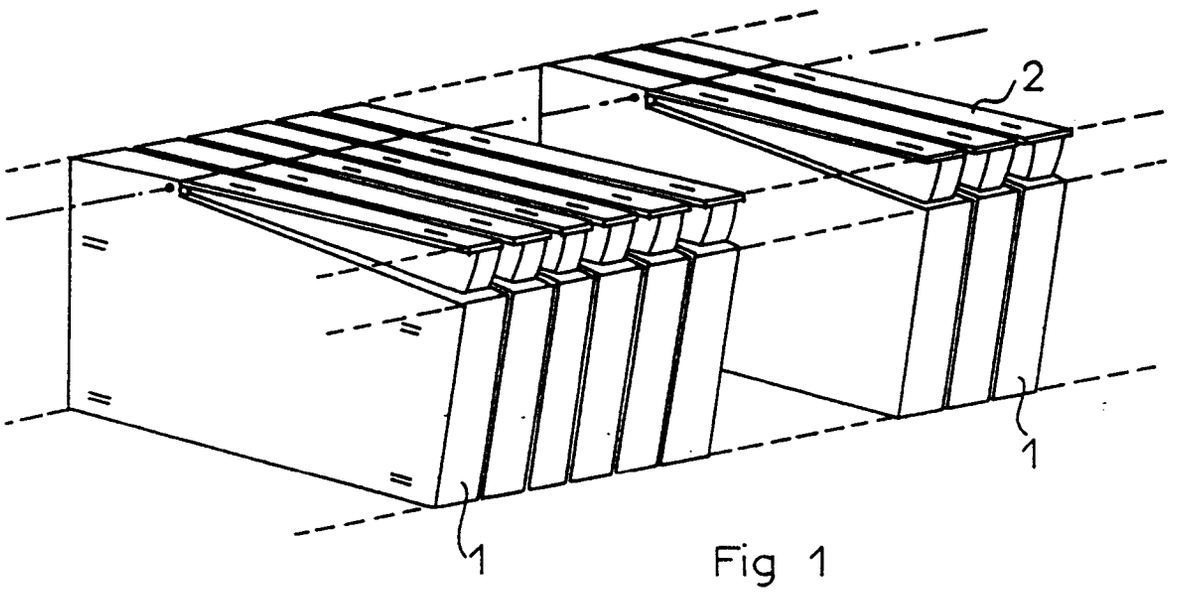


Fig 1

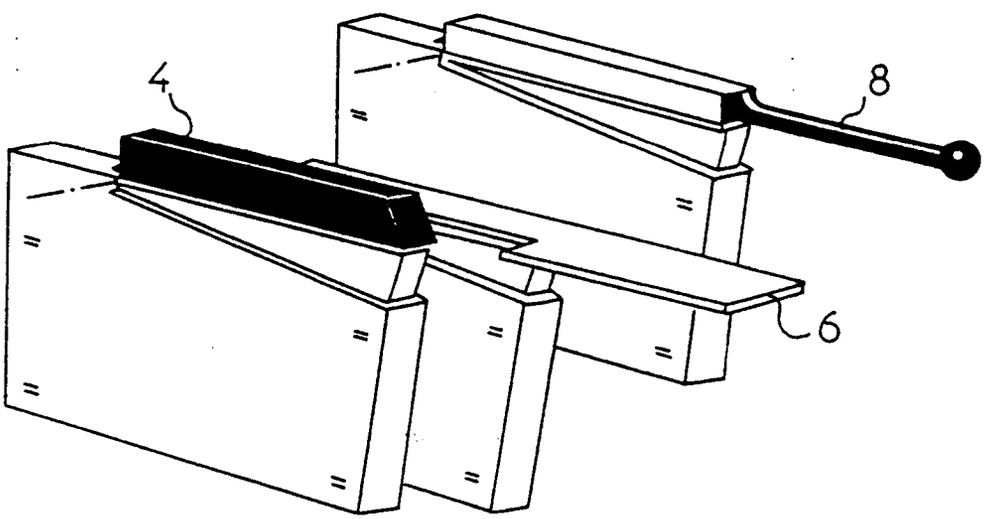


Fig 2

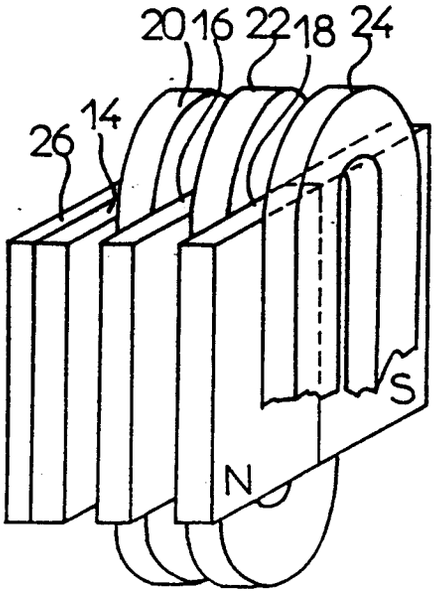


Fig 3

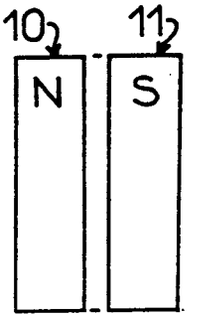


Fig 4A

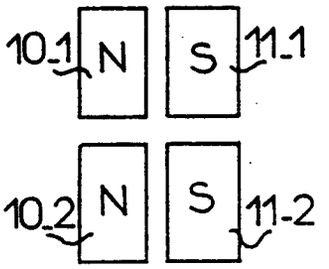


Fig 4B

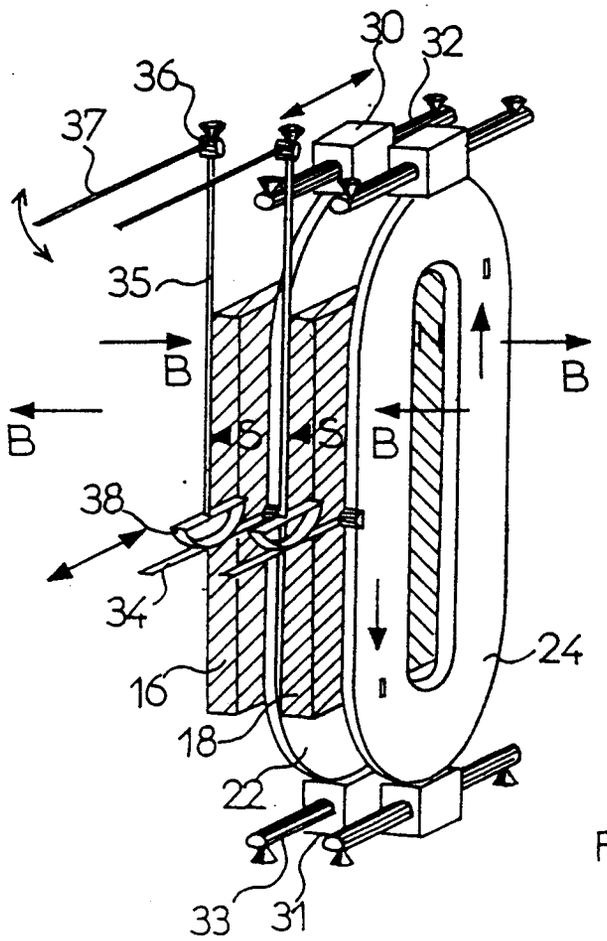


Fig 5

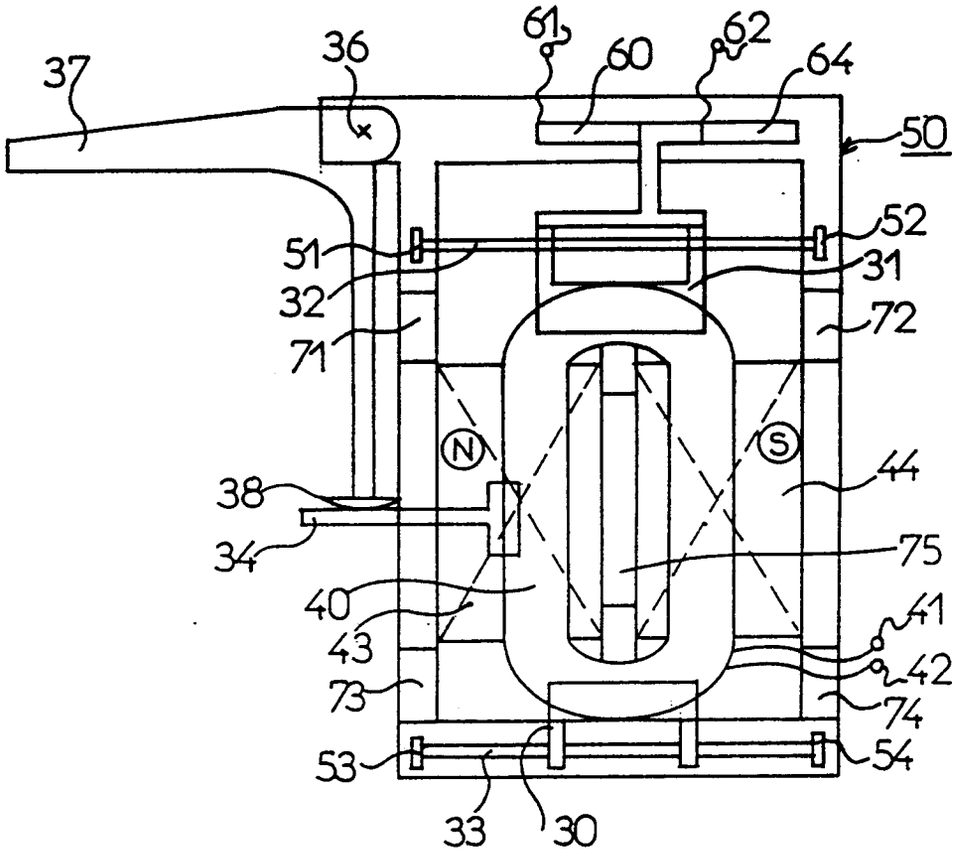

37
36
61
60
62
64
50
51
52
32
31
71
72
N
S
44
38
34
75
40
41
43
42
73
74
53
54
33
30

Fig 6

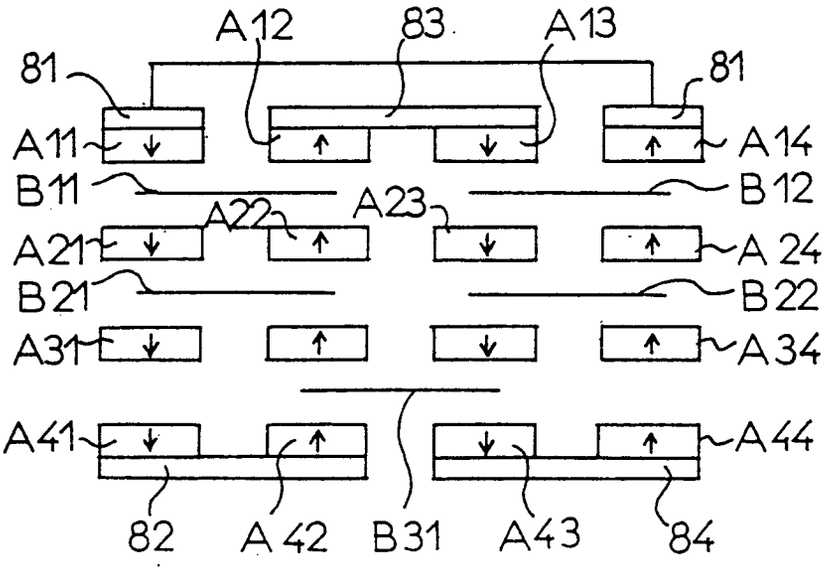

A12
83
A13
81
81
A11
A14
B11
B12
A23
A22
A21
A24
B21
B22
A31
A34
A41
A44
82
A42
B31
A43
84

Fig 7

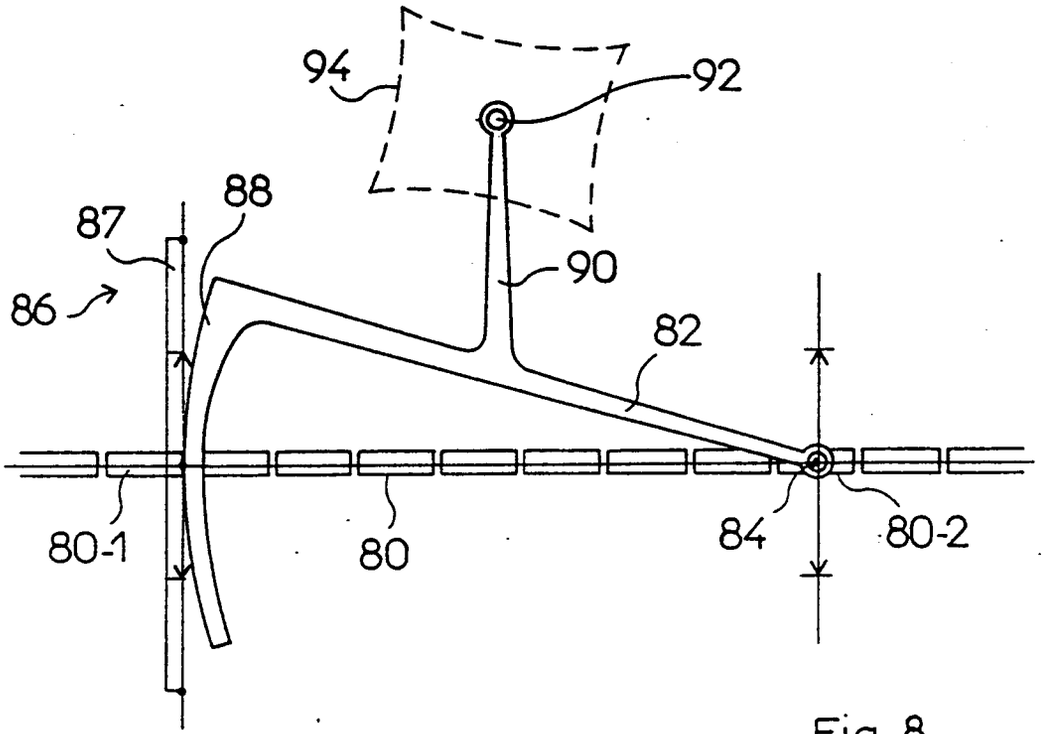


Fig. 8

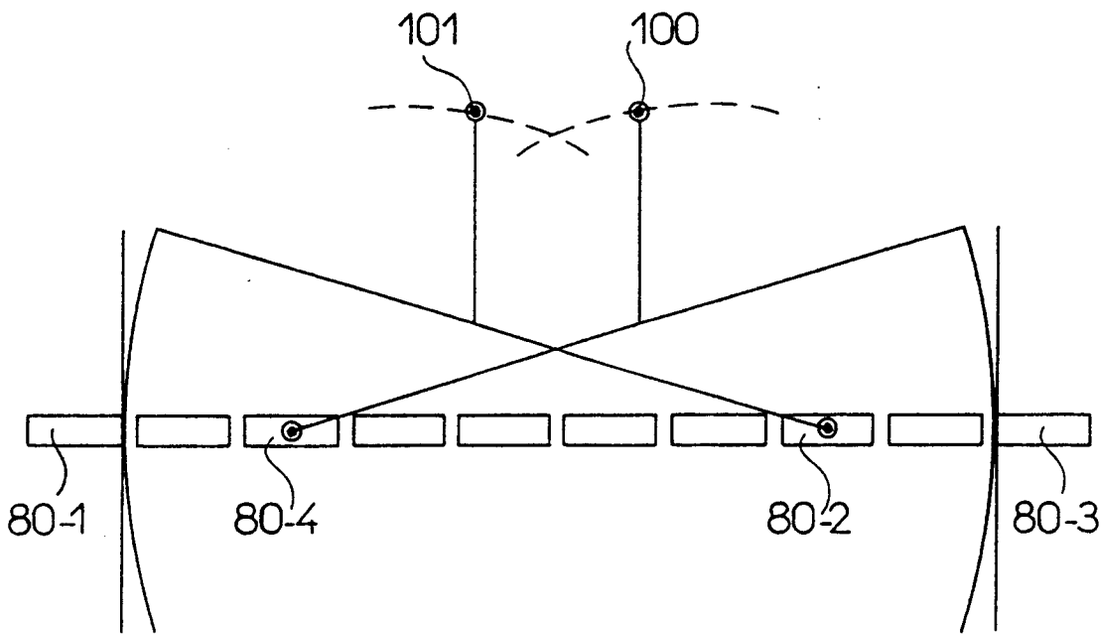


Fig. 9