

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 02986

(54) , Dispositif pour éteindre l'arc d'appareils électriques de commutation.

(51) Classification internationale. (Int. Cl. 3) H 01 H 9/30, 33/12.

(22) Date de dépôt 16 février 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 16 février 1980, n. P 30 05 877.6.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 34 du 21-8-1981.

(71) Déposant : Société anonyme dite : CEM-COMPAGNIE ELECTRO-MECANIQUE, résidant
en France.

(72) Invention de : Thomas Kolpin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy, Santarelli, 14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

L'invention concerne un dispositif pour éteindre l'arc d'appareils électriques de commutation, notamment pour des contacteurs à courant alternatif à basse tension possédant une intensité nominale assez élevée, et comportant au moins un point de contact et un dispositif d'électrodes secondaires, 5 disposé en parallèle avec ce point de contact et auquel est associé un dispositif à semiconducteurs, qui interrompt le courant passant par le dispositif d'électrodes secondaires, lors de son passage à zéro.

On utilise en grand nombre des contacteurs à 10 courant alternatif à basse tension pour la commutation de puissances élevées, dans le domaine technique de l'énergie électrique. Lors du phénomène de la coupure en charge, il apparaît des arcs de rupture qui continuent à maintenir le flux de courant après l'ouverture des pièces de contact et ne 15 permettent l'interruption définitive du circuit qu'après avoir circulé dans un système d'extinction. La durée de vie du système de contact et d'extinction, dans lequel la plupart du temps des paquets de tôles d'extinction de l'arc sont associés à chaque point de contact, est influencée de façon décisive 20 par les actions thermiques des arcs de rupture.

Afin de réduire le travail transformé de l'arc, il a par conséquent été proposé, à diverses reprises, ce qu'on appelle des systèmes hybrides de commutation, dans lesquels le courant de charge est commuté sur une voie secondaire, après 25 l'ouverture des contacts principaux, et est interrompu, lors de son passage naturel à zéro, par des redresseurs à semiconducteurs incorporés dans ladite voie. La voie secondaire équipée des redresseurs est alors séparée du circuit principal par des dispositifs mécaniques, après l'annulation du courant 30 (voir la demande de brevet DE-OS n° 27 30 726).

Ces systèmes hybrides de commutation connus jusqu'alors présentent l'inconvénient soit de nécessiter des redresseurs à semiconducteurs pouvant être commandés, soit de nécessiter des systèmes d'entraînement réalisant une commu- 35 tation synchrone, dans le cas de l'utilisation de semiconducteurs non commandés.

L'invention a pour but de créer un dispositif du type indiqué plus haut qui, pour une constitution mécanique simple et moyennant l'utilisation de composants à semi-conducteurs, permette une réduction simultanée du travail de l'arc pour les points de contact principaux ou pour le point de contact principal d'un système d'interruption double ou simple et maintienne des extra-courants de fermeture à l'écart des composants à semiconducteurs.

Ce problème est résolu conformément à l'invention grâce au fait qu'un autre dispositif d'électrodes secondaires est prévu en supplément, en parallèle avec le point de contact, que les deux dispositifs d'électrodes secondaires sont constitués chacun par deux électrodes secondaires, qu'il est en outre prévu des moyens permettant de produire un champ magnétique continu qui attire l'arc, selon sa polarité, vers l'un ou l'autre des dispositifs d'électrodes secondaires, et qu'il est prévu, en série avec les électrodes secondaires de chaque dispositif d'électrodes secondaires, un dispositif à semiconducteurs agissant en tant que redresseur.

En d'autres termes, l'espace situé entre les pièces de contact s'ouvrant est traversé par un champ magnétique continu qui, sous l'effet de forces magnétiques, écarte des pièces de contact l'arc à courant alternatif s'établissant et l'attire, en fonction de la direction du flux de courant, sur l'un des couples d'électrodes secondaires associés à chaque point de contact du système d'interruption double ou d'interruption simple. Au moins une électrode secondaire de chaque couple (ou dispositif d'électrodes secondaires) est reliée à un redresseur, dont la polarité est choisie de telle manière qu'il conduit le courant jusqu'à la fin de l'alternance respective du courant alternatif depuis l'électrode secondaire, reliée par l'intermédiaire de l'arc au circuit de charge, d'un point de contact et empêche un flux de courant ultérieur après le passage à zéro du courant alternatif. Dans le cas d'un système d'interruption double, les semiconducteurs sont polarisés de telle manière qu'ils conduisent le courant, jusqu'à la fin des alternances respectives du courant alternatif, depuis l'électrode secon-

daire, reliée par l'intermédiaire de l'arc au circuit de charge, d'un point de contact en direction de l'électrode secondaire correspondante de l'autre point de contact et empêchent, de la même façon, un flux ultérieur de courant après le passage à zéro du courant alternatif.

Un nouveau passage du courant alternatif pendant l'alternance succédant à la durée de blocage du redresseur est empêché grâce au fait que les voies de circulation de l'arc entre les électrodes secondaires peuvent se désioniser pendant la durée du blocage du redresseur et perdre par conséquent leur conductivité. Une interruption mécanique de ce circuit est par conséquent superflue.

Dans le cas du dispositif conforme à l'invention, les dispositifs d'électrodes secondaires sont constitués par des électrodes secondaires fixes, ce qui supprime des systèmes d'entraînement à commutation synchrone.

Dans le cas normal, il est possible de prévoir de simples diodes en tant que dispositifs à semiconducteurs ; dans des buts déterminés, par exemple pour l'obtention d'une forte limitation du courant, on peut également prévoir des redresseurs à semiconducteurs commandés, aux moyens desquels le courant de charge n'est plus interrompu lors du passage naturel à zéro, mais au moyen d'une limitation du courant après obtention d'une valeur déterminée de ce dernier.

De façon préférentielle, on équipe des contacteurs à courant alternatif avec le dispositif conforme à l'invention ; il est en outre également possible de réaliser n'importe quel disjoncteur selon la présente invention.

A titre d'exemple, plusieurs formes de réalisation avantageuses de l'objet de l'invention seront décrites ci-dessous et illustrées schématiquement aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente le schéma d'une forme de réalisation du dispositif conforme à l'invention, dans un premier état de fonctionnement, comportant deux points de contact ;
- la figure 2 représente le dispositif de la figure 1 dans un second état de fonctionnement ;

- la figure 3 montre une autre forme de réalisation de l'invention, semblable à celle de la figure 1 ;
- la figure 4 montre une vue en perspective du dispositif des figures 1 et 2 ;
- 5 - la figure 5 représente une vue en perspective du dispositif de la figure 3 ;
- la figure 6 montre une vue en perspective d'une autre forme de réalisation de l'invention ;
- les figures 7 et 8 représentent le dispositif conforme à l'invention ne comportant qu'un point de contact, respectivement à l'état fermé et à l'état ouvert ; et
- 10 - les figures 9 et 10 représentent un autre dispositif conforme à l'invention comportant un seul point de contact, respectivement à l'état fermé et à l'état ouvert.

15 On se réfère à la figure 1. Le commutateur, qui est désigné sous le terme de "commutateur hybride", possède un système de contact double comportant une première pièce fixe de contact 2, reliée à une borne de raccordement 1 et à laquelle est associée une première pièce mobile de contact 3, fixée sur un étrier de contact 4. Sur l'étrier de contact 4
20 est en outre montée une seconde pièce mobile de contact 5, qui coopère avec la seconde pièce fixe de contact 6, reliée également par une liaison électro-galvanique à une borne de raccordement 7.

25 Au point de contact, qui est constitué par les deux contacts 2 et 3 et est par conséquent désigné comme étant le premier point de contact, est associé un premier dispositif d'électrodes secondaires (dénommé également couple d'électrodes secondaires), qui est constitué par les électrodes secondaires 10 et 11 ainsi que par les deux autres électrodes secondaires 10a et 20. Les deux électrodes secondaires 10 et 11 et les deux électrodes secondaires 10a et 20 sont disposées sur des côtés opposés du point de contact. De la même façon, au second point de contact formé par les contacts 5 et 6 sont
30 associés deux couples d'électrodes secondaires formés par les électrodes secondaires 14 et 15 ainsi que par les électrodes secondaires 14a et 18. L'électrode secondaire 11 est reliée à l'électrode secondaire 15 par l'intermédiaire d'un conducteur 11a dans lequel est montée une diode 16 qui est branchée dans
35 le sens direct en direction de l'électrode secondaire 15. Les
40

électrodes secondaires 18 et 20 sont reliées entre elles par l'intermédiaire d'un autre conducteur 18a, qui comporte une diode 21 qui est branchée dans le sens direct dans la direction allant de l'électrode secondaire 18 vers l'électrode
5 secondaire 20.

Au premier et au second point de contact 2/3 et 5/6 est associé un organe produisant un champ magnétique continu 9/13 (ou plusieurs champs magnétiques continus). Le champ magnétique continu 9 s'étend perpendiculairement au plan de la figure et pénètre dans ce dernier, tandis que le champ magnétique continu 13 est perpendiculaire au plan de la figure et émerge de ce dernier. Les forces, qui sont produites par les deux champs continus et qui sont exercées sur les arcs parcourus par le courant, sont dirigées conformément à la règle
10 d'Ampère dans la même direction, ce qui est indiqué au moyen des flèches 9a et 13a.

Dans le cas d'une manoeuvre de commutation, un arc électrique 8 ou 12 s'établit entre les deux points de contact 2/3 et 5/6. Lors d'une alternance positive du circuit de charge (figure 1), le commutateur étant à l'état fermé, le
20 courant pénètre dans la borne de raccordement suivant la direction de la flèche F_1 , circule dans la pièce fixe de contact et dans la pièce mobile de contact 2/3, suivant la direction de la flèche F_2 , dans l'étrier de contact 4 suivant la direction de la flèche F_3 et dans les deux pièces de
25 contact 5 et 6 suivant la direction des flèches F_4 et F_5 pour aboutir à la borne de raccordement 7. Lors de l'écartement de l'étrier de contact 4 muni des pièces mobiles de contact 3 et 5 suivant la direction de la flèche F, l'arc, qui s'établit
30 entre les pièces de contact 2, 3, est commuté depuis les pièces de contact sur les électrodes secondaires 10, 11, par suite des forces exercées par le champ magnétique continu 9 suivant la direction de la flèche 9a, et l'arc électrique, qui s'établit entre les pièces de contact 5 et 6, est commuté sur
35 les électrodes secondaires 14 et 15, sous l'effet du champ magnétique continu 13 suivant la direction de la flèche 13a. Le courant est par conséquent commuté depuis l'étrier de contact 4 sur le redresseur ou sur la diode 16 et y circule

suivant la direction de la flèche F_6 et est interrompu par le redresseur 16 à la fin de l'alternance de courant. Pendant l'alternance négative du courant de charge (voir la figure 2), à l'état fermé, le courant pénètre dans la borne de raccordement 7 et circule dans la pièce fixe de contact 6, la pièce mobile de contact 5, l'étrier de contact 4 et les deux pièces de contact 3 et 2 pour sortir par la borne 1. Lors de l'écartement de l'étrier de contact muni des pièces mobiles de contact 3 et 5 suivant la direction de la flèche F, l'arc électrique 17, qui s'établit entre les pièces de contact 5 et 6, est entraîné depuis les pièces de contact vers les électrodes secondaires 14a, 18 sous l'effet des forces électromagnétiques exercées par le champ magnétique 13 suivant la direction de la flèche 13b, et l'arc électrique 19, qui apparaît entre les pièces de contact 2 et 3, est entraîné vers les électrodes secondaires 20, 10a par les forces exercées par le champ magnétique continu 9 suivant la direction de la flèche 9b. Par conséquent, le flux de courant est commuté depuis l'étrier de contact 4 sur le redresseur 21 et est interrompu par ce dernier à la fin de l'alternance de courant.

La figure 3 représente un dispositif qui est semblable à celui des figures 1 et 2. Dans ce dispositif, les électrodes secondaires 11 et 18 sont reliées entre elles par l'intermédiaire d'un conducteur 50 et les électrodes secondaires 20 et 15 sont reliées entre elles par l'intermédiaire d'un conducteur 52. Les deux conducteurs 50 et 52 sont à leur tour reliés selon un montage en pont par l'intermédiaire d'un conducteur 54 dans lequel est montée une diode de redressement 22 qui autorise simplement un flux de courant du conducteur 50 vers le conducteur 52. Le mode de fonctionnement du dispositif est par ailleurs le même que celui du dispositif des figures 1 et 2.

La figure 4 représente une forme de réalisation possible du système d'interruption double conformément au principe représenté sur la figure 1 et comportant les deux redresseurs 16 et 21 ainsi que les deux électrodes secondaires 11 et 20 et les deux électrodes secondaires 15 et 18. Le champ magnétique continu 9 ou 13 est produit par un aimant permanent

23 disposé entre les deux points de contact ; la fermeture du circuit magnétique est obtenue au moyen d'un noyau de fer 24 en forme de C.

5 La figure 5 montre une forme de réalisation dans l'espace du dispositif de la figure 3, muni du redresseur 22. A cet effet, les deux électrodes secondaires 11 et 18 sont réunies pour former une électrode secondaire 26 d'un seul tenant et les deux électrodes secondaires 10 et 15 sont réunies pour former une électrode secondaire 25 d'un seul tenant. Le
10 dispositif est par ailleurs identique à celui représenté sur la figure 4.

La figure 6 représente une autre forme de réalisation de l'invention, comportant deux redresseurs 21 et 16. Les électrodes secondaires 29 et 31 ainsi que les
15 électrodes secondaires 30 et 32 sont disposées des deux côtés des pièces respectives de contact 27 et 28 constituées en un matériau conducteur résistant à l'usure par brûlage, tandis que des fentes semi-annulaires 27a, 27b et 28a et 28b sont conservées entre les électrodes secondaires et les pièces
20 fixes de contact. L'arc électrique 8 et l'arc électrique 12 se consomment dans les fentes semi-annulaires 27a et 28b ; par ailleurs, le dispositif est identique à celui représenté figure 4.

Les variantes fonctionnant avec un seul redresseur permettent de façon simple une amplification du champ magnétique continu produit par l'aimant permanent, après la commutation, grâce au fait qu'une bobine de soufflage supplémentaire, polarisée de façon correspondante, est branchée en série avec le redresseur 22 conformément à la figure 3. Dans
25 toutes les formes de réalisation possibles représentées, l'aimant permanent peut être également disposé en d'autres emplacements du dispositif ; il doit établir le champ continu nécessaire entre les pièces de contact et les électrodes secondaires. L'utilisation d'un aimant permanent commun pour
30 des systèmes polyphasés de contact est possible.
35

Sur la figure 7, on a représenté un dispositif conforme à l'invention comportant un seul point de contact. Les deux contacts situés en vis-à-vis sont désignés par

les références 50 et 52 et sont entourés, au voisinage du point de contact, par des bagues pare-étincelles 54 et 56, qui sont constituées en un matériau résistant à l'arc électrique. Des deux côtés du point de contact se trouvent disposés des couples d'électrodes secondaires 58 et 60, qui sont constitués par les électrodes secondaires (ou, de façon abrégée, par les électrodes) 62, 64 et 66, 68. Les électrodes secondaires 62 et 64 sont reliées entre elles par l'intermédiaire d'un conducteur 70 et les électrodes 66 et 68 sont reliées entre elles par l'intermédiaire d'un conducteur 72, tandis que les conducteurs contiennent des diodes de redressement 74 et 76 qui sont branchées dans le sens direct pour un flux de courant. Entre les électrodes secondaires 62, 64 et 66, 68 ainsi que dans la zone du point de contact se trouve présent le champ magnétique continu 78 qui s'étend transversalement par rapport au point de contact et transversalement par rapport aux électrodes secondaires.

La figure 7 représente le dispositif à l'état fermé (direction du flux de courant F_6). Lorsque la pièce mobile de contact (ici la pièce de contact 50) s'écarte de la pièce fixe de contact (ici la pièce de contact 52), le courant commute, dans le cas de la direction choisie de courant et de champ magnétique, dans la fente entre la pièce de contact 50 ou l'électrode de combustion 54 et l'électrode secondaire 66 et y allume un arc, de même que l'arc électrique entre l'électrode secondaire 68 et la bague pare-étincelles 56.

L'autre flux de courant circule (conformément à la direction de la flèche F_7), comme on peut le voir sur la figure 8, en traversant le conducteur 72 et la diode, qui s'y trouve montée dans le sens direct, en direction de la pièce fixe de contact. Lorsque la polarité du courant change, le courant tend à traverser la diode 76 dans le sens du blocage ; ceci n'est pas possible et dans la zone comprise entre les électrodes secondaires 62 et 64 et les bagues pare-étincelles associées 54 et 56, il ne peut apparaître aucun amorçage de sorte que, dans le cas de cette polarité, il n'apparaît aucun arc électrique, ni aucun flux supplémentaire de courant. Lorsqu'apparaît l'alternance immédiatement suivante, au cours de laquelle la diode 76 serait à nouveau chargée dans le sens

passant ou direct, l'espace entre l'électrode de combustion 54 et l'électrode secondaire 66 ou l'électrode de combustion 56 et l'électrode secondaire 68 s'est désionisé au point qu'un réamorçage n'est plus possible. Pour un courant de polarité inverse, les processus décrits se déroulent de façon correspondante sur le côté gauche, sur les figures 7 et 8, du dispositif.

Sur les figures 9 et 10, on a représenté un dispositif analogue à celui des figures 7 et 8 ; assurément, les électrodes secondaires 66, 68 ou 62, 64 ne sont pas reliées entre elles, mais l'électrode secondaire 66 est reliée à l'électrode secondaire 64 et l'électrode secondaire 62 est reliée à l'électrode secondaire 68 par l'intermédiaire de conducteurs respectifs 80 et 82. Ces deux conducteurs de shuntage 80 et 82 sont reliés entre eux par l'intermédiaire d'un conducteur de liaison 84 dans lequel est installée une diode 86, de telle manière que, dans le cas d'une manoeuvre de commutation, la diode 86 soit traversée dans le sens direct par le courant, comme cela ressort de la figure 10. Le mode de fonctionnement est le même que celui du dispositif de la figure 8 ; dans le cas d'une ouverture du contact, l'arc électrique est déplacé par commutation, au cours de la première alternance après l'ouverture des contacts, dans la fente située entre la pièce de combustion et l'électrode secondaire 66, et parcourt le conducteur 80, la diode 86 et le conducteur 82 pour aboutir à l'électrode secondaire 68, où un second arc est formé entre cette électrode et la bague pare-étincelle 56. Après le passage à zéro, la polarité s'inverse, si bien que la diode 86 est alors chargée dans le sens du blocage. Un arc électrique ne peut pas se former entre les électrodes secondaires 62 et 64 et les bagues pare-étincelles associées, au niveau des pièces de contact ; lors d'une nouvelle inversion de la polarité, la diode 86 serait à nouveau parcourue par le courant dans le sens direct ; étant donné que la fente entre l'électrode 66 et la bague pare-étincelles 54 ainsi qu'entre l'électrode 68 et la bague pare-étincelles 56 est désionisée, un réamorçage de l'arc électrique ne peut plus se produire.

Etant donné que le travail de l'arc est fortement réduit conformément à l'invention, les pièces de contact peuvent être réalisées avec une petite taille et un faible poids ; non seulement l'utilisation de métal noble est
5 réduite, mais également les dépenses relatives à l'entraînement mécanique sont réduites, et des chambres de soufflage ne sont pas nécessaires. Les redresseurs utilisés n'ont pas besoin de véhiculer de courants de fermeture et sont en outre
10 séparés de façon bipolaire du circuit de charge lors du processus de coupure ; ils ne sont également soumis à aucune contrainte mécanique. Les électrodes secondaires peuvent être aisément changées et peuvent par conséquent être constituées en un matériau aussi résistant que possible à l'usure par
15 brûlage et aussi bon marché que possible selon la durée de vie recherchée. Après l'extinction des arcs, le courant de charge est séparé galvaniquement. La direction de la flèche du courant circulant est désignée par la référence F_8 sur les figures 9 et 10.

REVENDICATIONS

1. - Dispositif pour éteindre l'arc d'appareils électriques de commutation, notamment pour des contacteurs à courant alternatif à basse tension possédant une intensité nominale assez élevée, et comportant au moins un point de contact et un dispositif d'électrodes secondaires, disposé en parallèle avec ce point de contact et auquel est associé un dispositif à semiconducteurs, qui interrompt le courant passant par le dispositif d'électrodes secondaires, lors de son passage à zéro, caractérisé par le fait qu'il est en outre prévu un autre dispositif d'électrodes secondaires (10a, 20) en parallèle avec le point de contact, que les deux dispositifs d'électrodes secondaires sont constitués chacun de deux électrodes secondaires (10, 11 et 10a, 20), qu'il est en outre prévu des moyens permettant de produire un champ magnétique continu (9) qui attire l'arc (8), selon la polarité, sur l'un ou l'autre des dispositifs d'électrodes secondaires (10, 11 et 10a, 20) et qu'il est prévu, en série avec les électrodes secondaires de chaque dispositif d'électrodes secondaires (10, 11 et 10a, 20), un dispositif à semiconducteurs (16, 21) agissant en tant que redresseur.

2. - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes secondaires associées à la même polarité du courant de charge sont reliées entre elles par l'intermédiaire de redresseurs fonctionnant dans le sens direct pour cette polarité du courant de charge.

3. - Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les électrodes secondaires, associées à des polarités différentes du courant de charge, sont reliées entre elles par l'intermédiaire d'un conducteur respectif de shuntage, et que les deux conducteurs de shuntage sont reliés entre eux moyennant le montage intercalé d'un redresseur qui est branché dans le sens direct pour la polarité du courant de charge des deux électrodes secondaires.

4. - Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque électrode secondaire d'un dispositif d'électrodes secondaires est reliée à une électrode respective des électrodes secondaires du second dispositif

d'électrodes secondaires par l'intermédiaire du dispositif à semiconducteurs agissant en tant que redresseur, de telle manière que le courant traverse, selon la polarité, l'un ou l'autre des dispositifs à semiconducteurs et soit interrompu
5 lors de son annulation.

5. - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, notamment pour des appareils de commutation comportant un point de contact double, caractérisé en ce que deux dispositifs d'électrodes secondaires sont associés
10 respectivement à chaque point de contact.

6. - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, dans le cas d'un dispositif de contact double, il est prévu entre les points de contact un aimant permanent destiné à produire le champ
15 magnétique continu et dont la direction nord-sud est parallèle à la droite reliant les points de contact, les électrodes secondaires s'étendant transversalement par rapport au champ continu, des deux côtés du point de contact.

7. - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que, pour l'obtention d'une fermeture magnétique, il est prévu un noyau en matériau ferromagnétique, approximativement en forme de C et s'étendant à l'extérieur des points de contact, de telle manière que les lignes du champ magnétique continu s'étendent dans un plan entre les
20 extrémités, tournées l'une vers l'autre, des branches du noyau à travers l'aimant permanent.

8. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que des deux côtés et à une certaine distance de chaque pièce fixe de contact se trouve
30 disposée une électrode secondaire en forme de bande, de telle manière que les arcs associés à chaque polarité du courant de charge brûlent entre la pièce fixe de contact et l'électrode secondaire dans la fente formée entre ces deux éléments.

9. - Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que la pièce fixe de contact est formée au moins
35 partiellement par un matériau conducteur résistant aux arcs électriques, dans la zone dans laquelle brûle l'arc électrique.

10. - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque dispositif d'électrodes secondaires est formé par deux électrodes secondaires disposées parallèlement l'une à l'autre et dont
5 l'écartement réciproque est choisi de manière à éviter un réamorçage après l'extinction de l'arc.

11. - Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le champ magnétique continu s'étend essentiellement entre les deux électrodes secondaires.

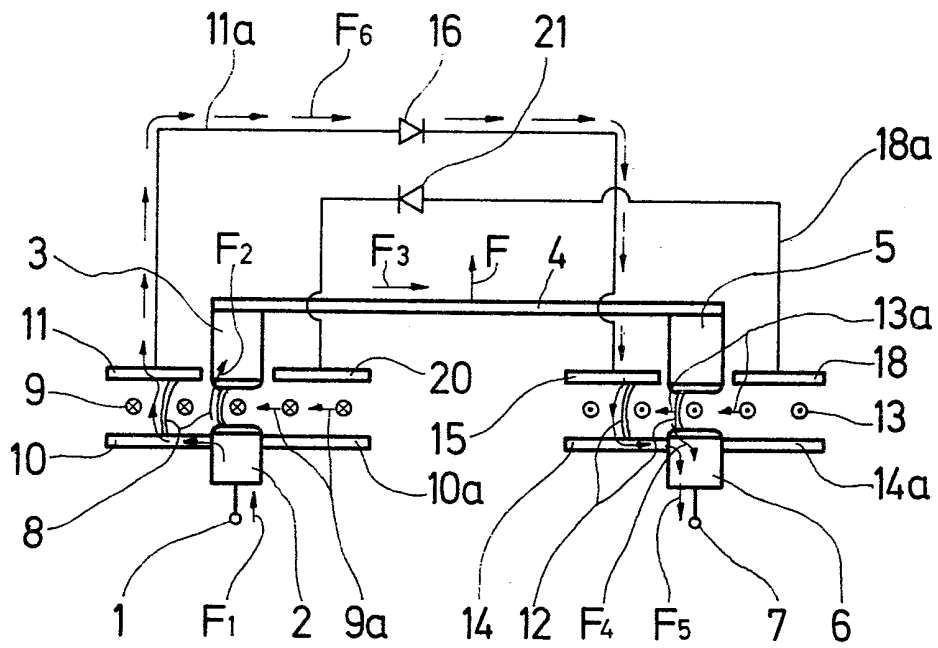


Fig. 1

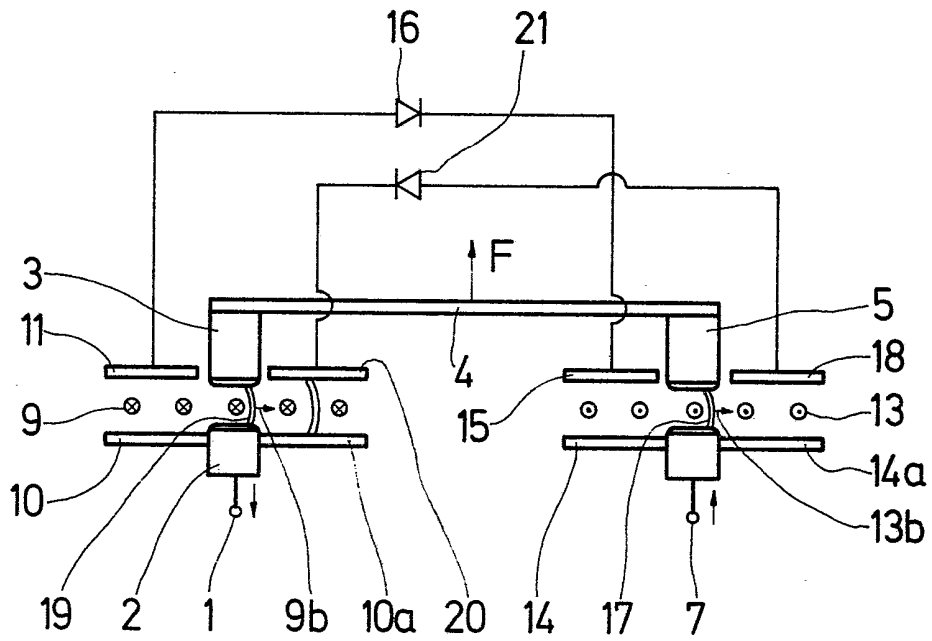


Fig. 2

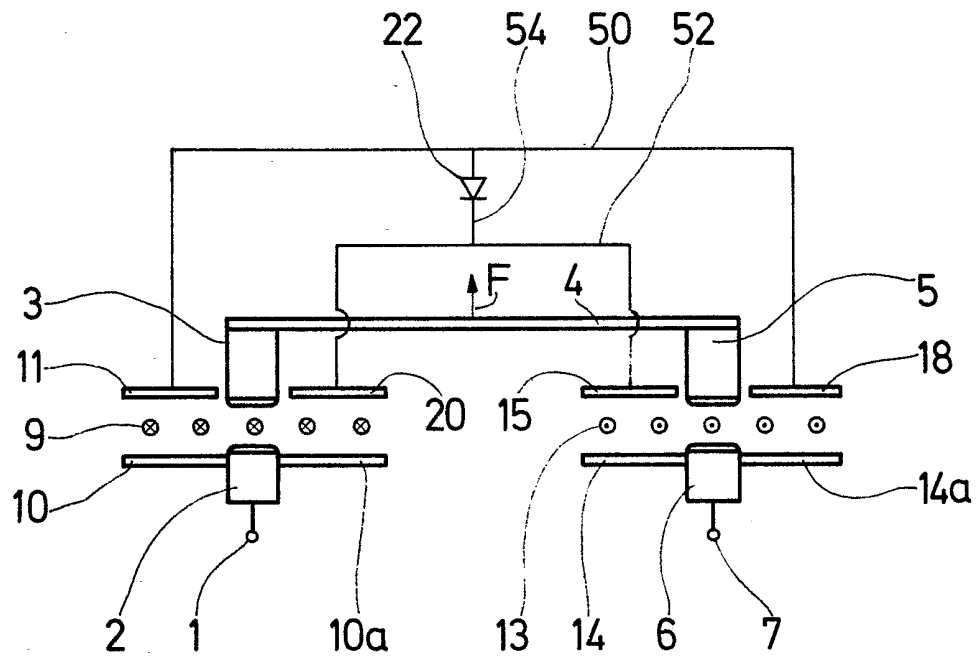


Fig. 3

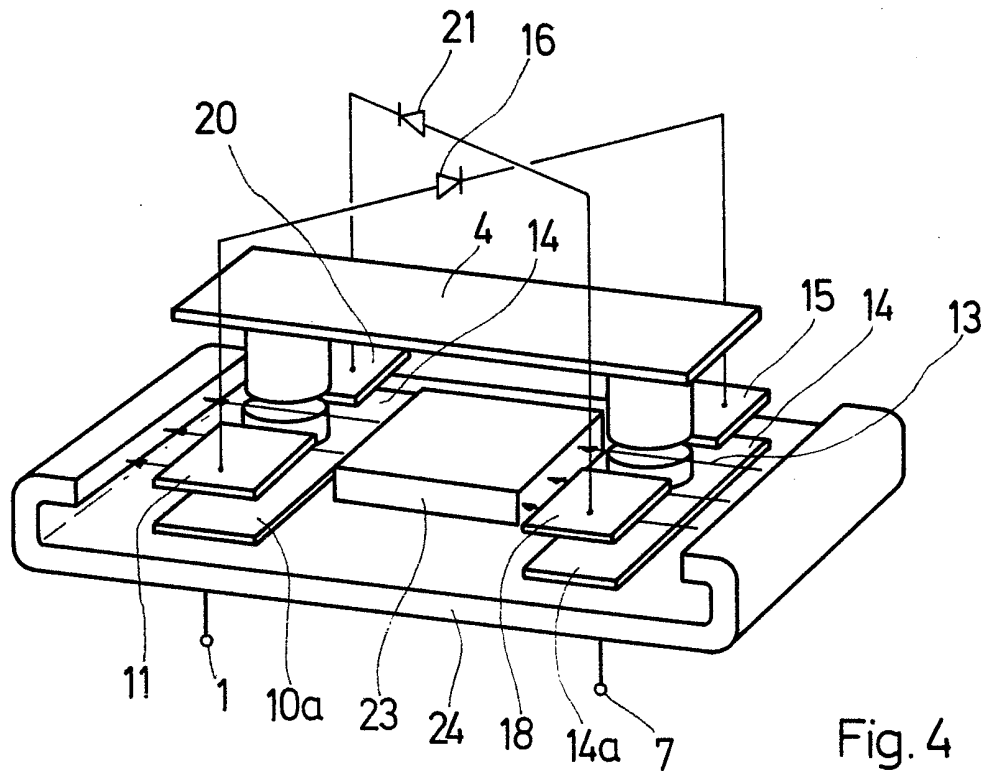
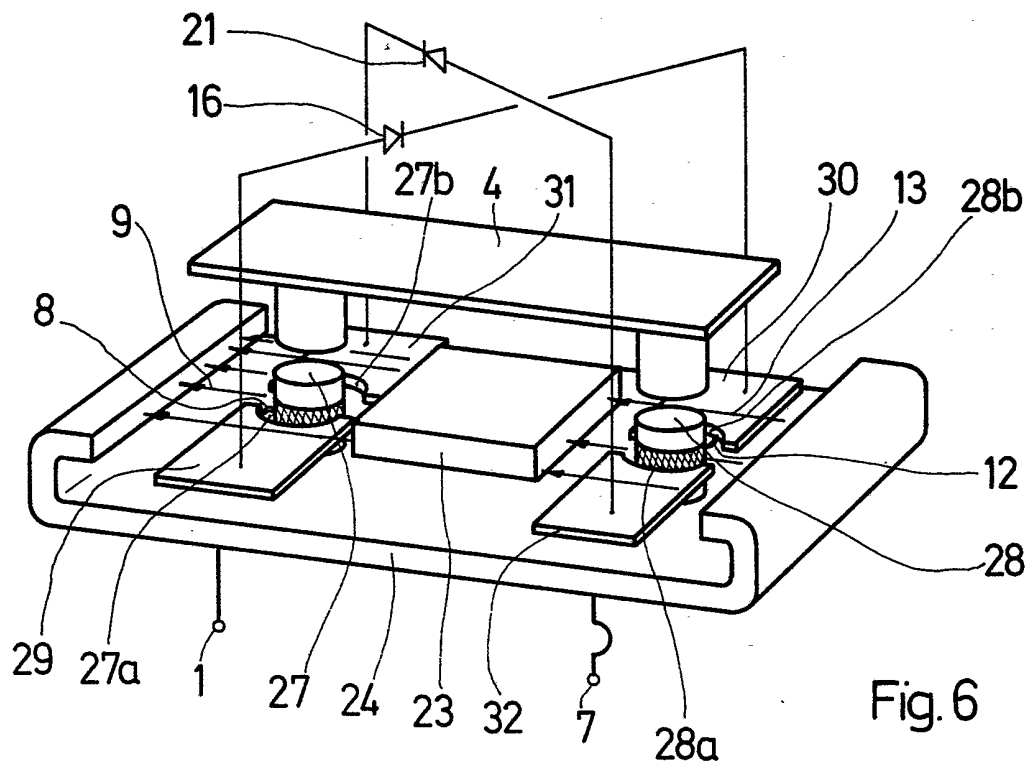
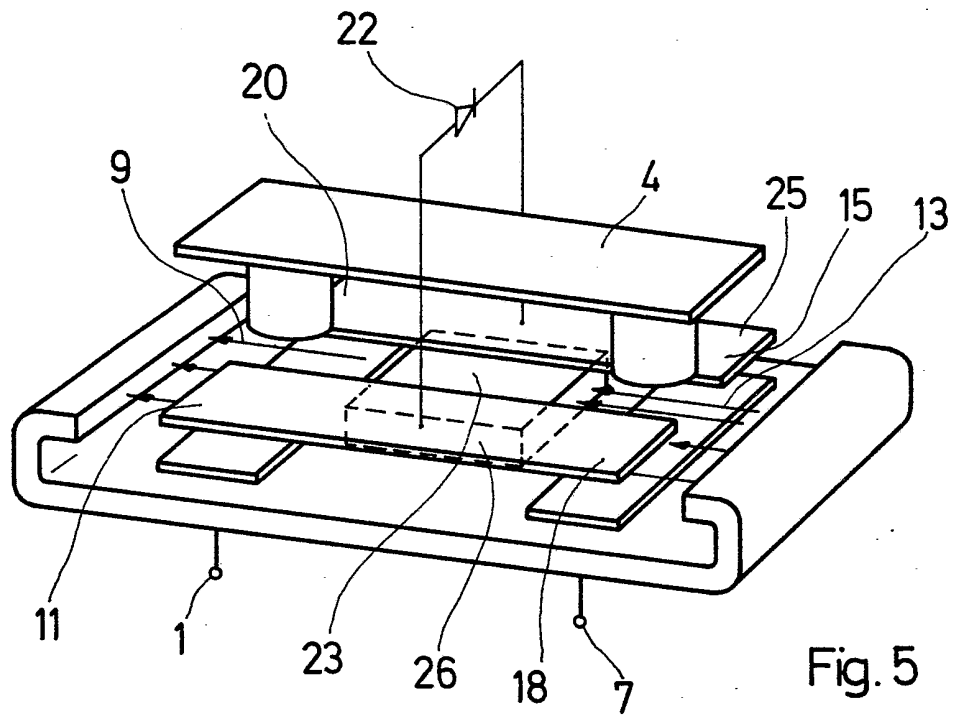


Fig. 4



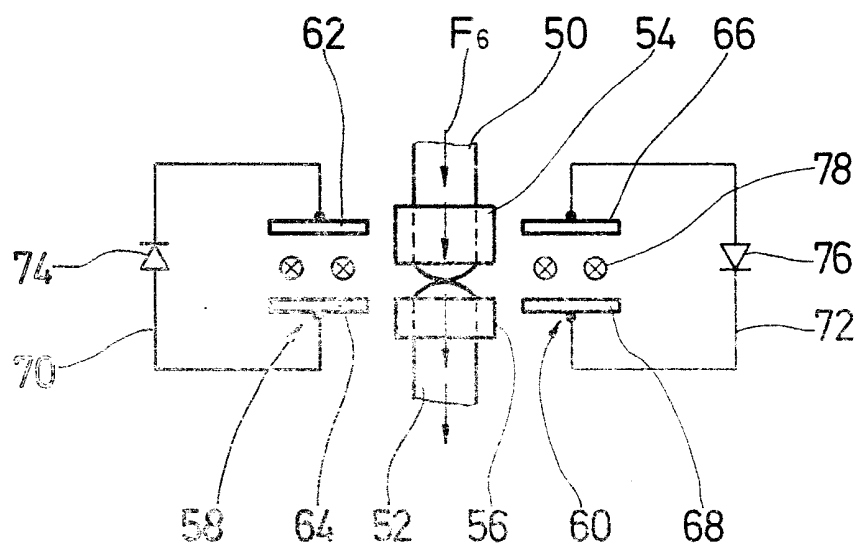


Fig. 7

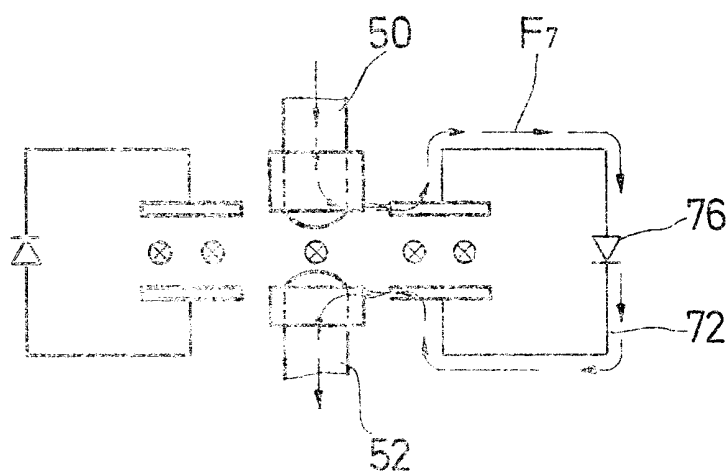


Fig. 8

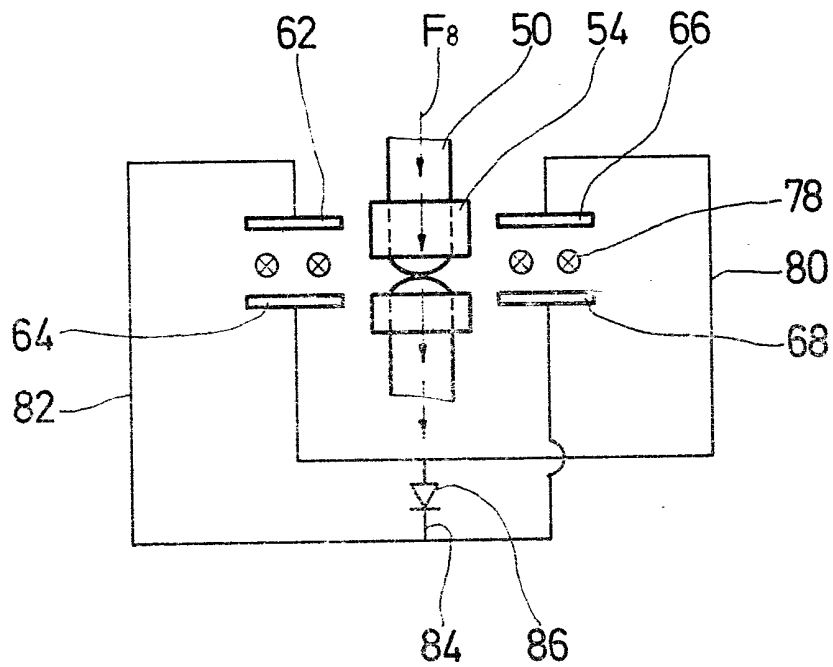


Fig. 9

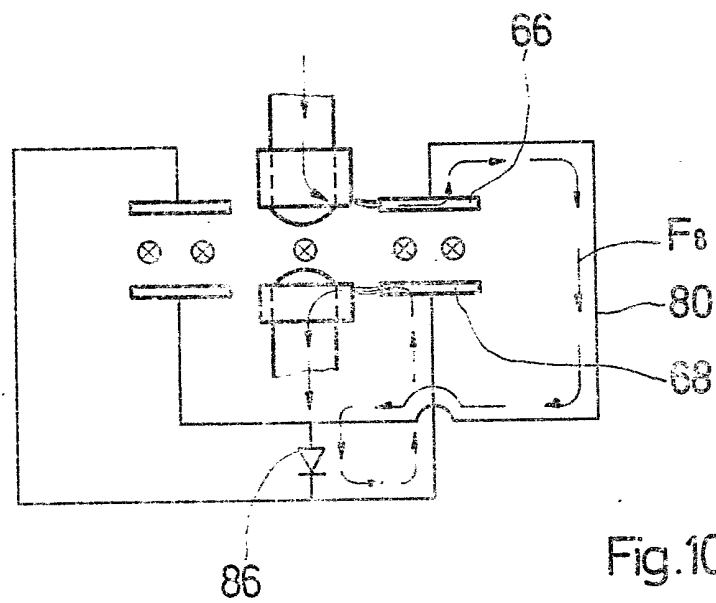


Fig. 10