



CH 689 256 A5



CONFÉDÉRATION SUISSE  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

11 CH 689 256 A5

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: B 23 H 001/02

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

21 Numéro de la demande: 00245/93

22 Date de dépôt: 28.01.1993

30 Priorité: 28.01.1992 JP A4-012907

24 Brevet délivré le: 15.01.1999

45 Fascicule du brevet  
publiée le: 15.01.1999

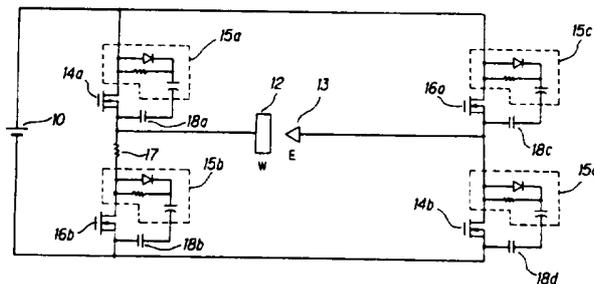
73 Titulaire(s):  
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha,  
2-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku/Tokyo (JP)

72 Inventeur(s):  
Ito, Akiyasu, Nagoya-shi/Aichi 461 (JP)  
Kimura, Munenori, Nagoya-shi/Aichi 461 (JP)  
Tsurumoto, Kazuo, Nagoya-shi/Aichi 461 (JP)  
Nagasaka, Shouichi, Nagoya-shi/Aichi 462 (JP)

74 Mandataire:  
Bovard AG, Optingenstrasse 16, 3000 Bern 25 (CH)

54 Ensemble d'alimentation électrique pour traitement par décharges dans une machine d'électroérosion.

57 L'ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges d'une machine d'électroérosion, dans lequel un liquide de traitement est interposé dans un espace minime défini entre une pièce (12) et une électrode (13) et où le traitement est réalisé au moyen d'énergie de décharges, comprenant une source d'alimentation continue (10), fournissant l'énergie électrique à l'espace minime, des éléments de commutation (14 et 16) permettant de convertir la tension continue de la source continue (10) en tension de pulsation et un circuit chargeur (15) permettant de protéger les éléments de commutation (14 et 16). L'ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges comprend également un contact-relais (18) permettant d'interrompre le circuit chargeur (15) lorsque la fréquence de commutation est élevée.



CH 689 256 A5

## Description

La présente invention concerne un ensemble d'alimentation électrique pour traitement par décharges dans une machine d'électro-érosion, dans laquelle un liquide de traitement est disposé dans un espace très mince, défini entre une pièce et une électrode, le procédé étant réalisé à l'aide de l'énergie de décharge et, d'une façon plus particulière, un ensemble d'alimentation pour traitement par décharges dans une machine d'électro-érosion, dans laquelle une décharge concentrée est réduite, afin d'améliorer la rugosité de surface et pour éviter que le fil ne soit coupé. De plus, la présente invention concerne un ensemble d'alimentation pour traitement par décharges dans une machine d'électro-érosion dans laquelle, lorsque l'énergie électrique transmise entre les pâtes dans le fil de la machine augmente, il est évité que le fil ne soit coupé. De plus, la présente invention concerne une fonction de protection pour l'ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges. La fig. 8 des dessins annexés représente une vue d'un circuit, comme par exemple un ensemble d'alimentation de traitement par décharges conventionnel. A la fig. 8, la référence numérique 10 désigne une source d'alimentation continue, 12 une pièce, 13 une électrode, 14a, 14b une première paire d'éléments de commutation qui sont, dans ce cas, des éléments de puissance MOS-FETs, 16a et 16b une deuxième paire d'éléments de commutation qui sont ici des éléments de puissance MOS-FETs, 15a, 15b, 15c et 15d des circuits d'amortissement, servant à protéger les éléments de puissance MOS-FETs 14a et 14b et 16a et 16b, étant chacun composé d'une diode, d'un condensateur et d'une résistance. La référence numérique 17 désigne une résistance évitant les décharges.

Le fonctionnement sera maintenant décrit. Une tension continue est appliquée à un endroit entre l'électrode de traitement 13 et la pièce 12 (désigné ici comme étant le point interpolaire) par la source d'alimentation continue 10, et une première paire d'éléments de commutation 14a et 14b est mise simultanément sur marche/arrêt pour une période de temps prédéterminée, afin de générer un groupe de pulsations de tension positive, réalisant ainsi le traitement par décharges. Par la suite, une deuxième paire d'éléments de commutation 16a et 16b est mise simultanément sur marche/arrêt pendant une période de temps prédéterminée pour générer un groupe de pulsations de tension inversée. Cependant, afin de rendre difficile la génération des décharges, la résistance 17 évitant les décharges est ajoutée, tel que montré à la fig. 8. Cette série d'opérations est exécutée de façon répétitive de la même manière que le traitement par décharges.

A la fig. 9a, pour une faible fréquence de commutation, la tension de décharge interpolaire est représentée par les traits interrompus alors que les traits continus représentent la tension lorsqu'il n'y a pas de décharges.

A la fig. 9b, pour une haute fréquence de commutation, la tension de décharge interpolaire est représentée par les traits interrompus alors que les

traits continus représentent la tension lorsqu'il n'y a pas de décharges.

Une forme d'onde de tension de décharge interpolaire sera maintenant décrite en se référant aux fig. 9a et 9b. La fig. 9a montre une forme d'onde de la tension de décharge interpolaire pour une faible fréquence de commutation (égale ou inférieure à plusieurs dizaines de KHz). Cependant, les décharges doivent être exécutées une par une. Lorsque les éléments de commutation sont placés sur arrêt, la tension interpolaire est amenée à 0V. Par contre, la forme d'onde de la tension de décharge interpolaire pour une fréquence de commutation élevée (égale ou supérieure à plusieurs centaines de KHz), est illustrée à la fig. 9b. Cependant, une décharge se produit même si les éléments de commutation sont positionnés sur arrêt. L'impédance des circuits d'amortissement est diminuée parce que la fréquence est élevée, afin que le courant du procédé ne circule pas à travers les éléments de commutation mais continue à circuler à travers les diodes et condensateurs des circuits d'amortissement, tel que montré pour  $I_1$  (sur le côté de la tension positive) et  $I_2$  (sur le côté de la tension inversée), illustré à la fig. 8. Ainsi, le courant est conduit aux décharges concentrées et la forme d'onde de la tension de décharge interpolaire n'est pas amenée à 0V, même si les éléments de commutation sont positionnés sur arrêt, mais est plutôt amenée à la tension d'arc.

De plus, la fig. 10 est une vue d'un circuit d'un autre ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. A la fig. 10, le numéro de référence 20 désigne une première source d'alimentation continue, 22 une pièce, 23 une électrode de câble, 24a, 24b une première paire d'éléments de commutation qui, ici, sont des éléments de puissance MOS-FETs, 25a, 25b, 25c, 25d des diodes pour protéger les éléments de puissance MOS-FETs, 26a, 26b une deuxième paire d'éléments de commutation qui, ici, sont des éléments de puissance MOS-FETs, 27a, 27b, 27c, 27d des diodes pour protéger les éléments de puissance MOS-FETs, 28 une résistance de limitation de courant pour tension positive, 29 une résistance de limitation du courant pour la tension inversée, 50 une deuxième source d'alimentation continue, 51 un troisième élément de commutation qui, ici, est un élément de puissance MOS-FETs et 52 un circuit d'absorption de pointes de tension.

Le fonctionnement sera maintenant décrit. Une tension continue est appliquée à un point interpolaire, entre l'électrode de traitement 23 et la pièce 22, par la première source d'alimentation continue 20, et la première paire d'éléments de commutation 24a et 24b est simultanément positionnée sur marche, afin de générer une décharge à travers la résistance de limitation de courant 28 pour une tension positive. Immédiatement après, le troisième élément de commutation 51 est positionné sur marche, de sorte que le courant permettant de réaliser le traitement, circule entre les pôles dû à la seconde source d'alimentation continue 50. Une fois qu'un temps présélectionné a été atteint, une première paire d'éléments de commutation 24a, 24b et

le troisième élément de commutation 51 sont positionnés sur arrêt. Par la suite, la seconde paire d'éléments de commutation 26a et 26b est simultanément positionnée sur marche pour appliquer la tension inversée au point interpolaire à travers la résistance de limitation de courant 29 pour la tension inversée. Cette suite d'opérations est exécutée de façon répétitive, de sorte que le procédé se réalise. La forme d'onde d'opération est illustrée à la fig. 11.

A la fig. 11, la première paire d'éléments de commutation 24a, 24b est sélectionnée pour être en état de marche, tel qu'illustré à la forme d'onde A de l'étape (1). A ce point, le deuxième et troisième éléments de commutation 26a, 26b et 51 sont à l'état arrêt. Ensuite, la tension ( $V_0$ ) est appliquée au point interpolaire à partir de la première source d'alimentation continue 20, tel que montré dans la forme d'onde D de la fig. 11, à l'étape (2). Si une rupture diélectrique se produit au point interpolaire, la tension diminue sensiblement à partir de la tension  $V_0$  jusqu'à une tension de formation d'arc, tel que montré à la forme d'onde D à l'étape (3).

Après qu'une rupture diélectrique se soit produite, le troisième élément de commutation 51 est positionné immédiatement à l'état de marche, tel que montré à l'étape (4) de la forme d'onde B, pour un temps fixe  $t$ . Pendant ce temps, la première paire d'éléments de commutation 24a et 24b demeure dans un état de marche (en état de recouvrement) en même temps, tel que montré dans la forme d'onde A. Ensuite, la première paire d'éléments de commutation 24a et 24b est placée à l'état d'arrêt, tel que montré dans la forme d'onde A à l'étape (5).

La pente du courant de traitement à l'étape (7) de la forme d'onde E est déterminée par l'inductance ( $L$ ) du chargeur branché au point interpolaire, à partir de la deuxième source d'alimentation continue 50. Cette relation est représentée à l'aide de l'expression suivante:

$$I = \frac{V}{L} t$$

I: courant du procédé

V: voltage de la deuxième source d'alimentation D.C.

L: inductance du chargeur

t: temps de fonctionnement du troisième élément de commutation

Une fois que le temps de fonctionnement souhaité ( $t$ ) s'est écoulé, le troisième élément de commutation 51 est placé à l'état OFF, tel que montré dans la forme d'onde B à l'étape (8). Ensuite, le courant de traitement ne change pas pour atteindre zéro immédiatement, même si le troisième élément de commutation 51 est positionné à l'état arrêt et que le courant du procédé continue à circuler jusqu'à ce que l'énergie accumulée dans l'inductance du chargeur change pour atteindre zéro. Cet itinéraire du courant est montré par I1 et I2 à la fig. 10 et est illustré dans la forme d'onde E à l'étape (9).

Lorsque le courant de traitement (forme d'onde E) et que la tension de formation d'arc (forme d'on-

de D) au point interpolaire sont modifiés pour atteindre zéro (étape 10), la deuxième paire d'éléments de commutation 26a et 26b est positionnée à l'état de marche, tel que montré à l'étape (11) de la forme d'onde C. Il résulte de ceci que la tension de polarité inversée est appliquée au point interpolaire à partir de la première source d'alimentation continue 20 et que la forme d'onde D chute à l'étape (12). Une fois que le temps fixé est écoulé, la deuxième paire d'éléments de commutation 26a et 26b est positionnée à l'état arrêt, et la valeur de tension au point interpolaire est modifiée pour zéro, tel que montré à l'étape (13). Les étapes précédentes (1 à 13) comprennent uniquement un cycle de traitement. Lorsque le traitement est réalisé pour un cycle et lorsque le troisième élément de commutation 51 est positionné à l'état arrêt, tel que montré à l'étape (8) de la forme d'onde B, le courant ( $I_2$ ) continue de circuler vers la première source d'alimentation continue 20, tel que montré à l'étape (9) de la forme d'onde E. Etant donné qu'un condensateur (non montré) est branché avec la première source d'alimentation continue 20, le courant continue à circuler vers le condensateur. Ainsi, une tension de sortie de la première source d'alimentation continue 20 s'élève de  $V_0$  à  $V_0'$ , tel que montré dans la forme D et une coupure des fils se produit.

La fig. 12 est une vue du circuit d'un autre ensemble de source d'alimentation de traitement par décharges conventionnel. A la fig. 12, le numéro de référence 30 désigne une source d'alimentation continue, 32 une pièce, 33 une électrode, 34a, 34b une première paire d'éléments de commutation qui sont ici des éléments de puissance MOS-FETs, 36a, 36b, une deuxième paire d'éléments de commutation qui sont ici des éléments de puissance MOS-FETs, 35a, 35b, 35c, 35d des diodes de protection pour les éléments MOS-FETs et 37 une résistance de limitation du courant.

Le fonctionnement sera maintenant décrit. La tension continue est appliquée au point interpolaire entre l'électrode de traitement 33 et la pièce 32, et la première paire d'éléments de commutation 34a, 34b est simultanément positionnée en marche/arrêt pendant une période prédéterminée, afin de générer une pulsation de tension positive pour réaliser le procédé de décharge. Par la suite, la deuxième paire d'éléments de commutation 36a, 36b est simultanément positionnée en marche/arrêt pendant une période de temps prédéterminée pour générer une pulsation de tension inversée. La résistance de limitation de courant 37 est insérée dans le but d'obtenir le courant de décharge souhaité. Cette série d'opérations est réalisée de façon successive, réalisant ainsi le procédé.

Afin que les éléments de commutation supérieurs et inférieurs dans un premier bras (une portion comprenant un côté supérieur de la première paire d'éléments de commutation et un côté inférieur de la seconde paire d'éléments de commutation mis ensemble) ou un second bras (une portion comprenant un côté inférieur de la première paire d'éléments de commutation et un côté supérieur de la seconde paire d'éléments de commutation mis ensemble) ne provoquent pas de court-circuit, il est

nécessaire que la première et la seconde paires d'éléments de commutation soient positionnées en position arrêt (temps mort), lorsqu'il y a une sélection entre une tension positive et une tension inversée (période  $t_1$  illustrée à la fig. 13). Le temps mort évite que deux pulsations ne se chevauchent, ce qui risquerait de provoquer un court-circuit.

Normalement, une vitesse de traitement élevée est souhaitée et la fréquence de décharge doit être élevée afin d'améliorer la vitesse de traitement. Dans ce but, il est nécessaire que le temps mort soit raccourci et amené le plus près possible de zéro. Cependant, lorsque le temps mort est raccourci de façon à être le plus près possible de zéro, ce temps mort peut être insuffisant pour éviter un court-circuit et ceux-ci sont complètement dépassés par les variations des éléments du circuit électronique servant à générer le temps mort. Les variations de caractéristiques des éléments électroniques dépendent des variations de perturbations dues à la température, à des défauts dus au bruit ou autres. Ainsi, un court-circuit supérieur et inférieur, ou vertical peut être causé par le fonctionnement du premier/deuxième bras concourant.

Dans la littérature technique de référence concernant les brevets, la demande de brevet japonais en instance no SHO 63-221 919 décrit un «Electric power-source assembly for discharge-processing device» et la demande de brevet japonais en instance no HEI 2-71 920 décrit un «Electric power-source assembly for discharge-processing».

L'ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel a été construit, tel que décrit ci-dessus. Ainsi, une fois que la décharge se produit, le courant de décharge continue à circuler à travers les circuits du chargeur, même si les éléments de commutation sont positionnés sur arrêt (ceci apparaît d'une façon particulièrement évidente si la fréquence de commutation est élevée). Ainsi, on fait face au problème suivant: la décharge concentrée se produit, de sorte que la surface traitée est rendue plus rude ou encore une rupture de fil se produit.

De plus, pour l'ensemble de source d'alimentation de traitement par décharges conventionnel qui a été construit tel que décrit ci-haut, le courant de pointe, circulant au moment où le troisième élément de commutation est positionné sur arrêt est régénéré, également à la première source d'alimentation continue ( $I_2$  illustré à la fig. 10) en plus du circuit d'absorption de pointe ( $I_1$  illustré à la fig. 10). La tension de sortie  $V_0$  s'élève au moment où la décharge est générée en premier. Ainsi, il se produit une rupture du fil.

De plus, pour l'ensemble de source d'alimentation de traitement par décharges conventionnel, qui a été construit pour un traitement à haute vitesse, tel que décrit ci-dessus, le temps mort s'écoule complètement, et il y a un cas où un court-circuit vertical se produit au premier/second bras. Lorsqu'un courant excessif circule à travers les éléments de commutation ( $I_1$  et  $I_2$  illustrés à la fig. 12), il y a un autre problème: les éléments de commutation sont détruits, de sorte que le traitement n'est plus possible.

La présente invention solutionne tous ces problèmes. Plus spécifiquement, un premier but de la présente invention consiste à prévoir un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges, dans lequel, même si la fréquence de commutation est élevée, il n'y a aucun cas où le courant de décharge continue de circuler au moment où les éléments de commutation sont positionnés sur arrêt, la décharge concentrée peut difficilement se produire, si bien que la surface traitée ne peut pas être rendue plus rugueuse, ce qui évite que les fils soient coupés.

De plus, un autre but de la présente invention consiste à procurer un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges, dans lequel le courant de pointe n'est pas régénéré à la première source de courant continu et la tension de sortie souhaitée  $V_0$  est maintenue, et où il est également possible d'éviter qu'un fil soit coupé.

De plus, un troisième but de la présente invention consiste à procurer un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges, dans lequel, même s'il y a une condition dans laquelle une commande est introduite, de sorte qu'un court-circuit vertical se produise, un courant excessif ne circule pas à travers les éléments de commutation. Toute rupture des éléments de commutation est évitée.

En outre, un quatrième but de la présente invention consiste à procurer un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges, dans lequel toute tension de pointe excessive n'est pas appliquée au premier/deuxième éléments de commutation, de façon à causer un endommagement aux éléments de commutation.

L'ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges selon la présente invention est configuré de manière telle que, lorsque la fréquence de commutation est élevée, le circuit de chargeur est coupé, afin que la décharge concentrée ne soit pas générée.

De plus, l'ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges selon la présente invention est configuré de manière telle que le courant de pointe ne soit pas régénéré à la première source d'alimentation continue et que la tension de sortie  $V_0$  souhaitée soit maintenue.

En outre, l'ensemble de source d'alimentation de traitement par décharges selon la présente invention est configuré de sorte que, même s'il y a une condition sous laquelle un court-circuit vertical est généré en résultat d'une commande introduite, un courant excessif ne circule pas à travers les éléments de commutation.

De plus, l'ensemble de source d'alimentation de traitement par décharges selon la présente invention est configuré de sorte que le courant de pointe circule facilement, de sorte qu'une tension de pointe excessive ne soit pas appliquée aux éléments de commutation.

Tel que décrit ci-dessus, selon la présente invention, même si la fréquence de commutation est élevée, le courant de décharge ne continue pas à circuler. Ainsi, la surface traitée n'est pas rendue plus rugueuse et le fil ne sera pas coupé et un traite-

ment stable peut être réalisé. De plus, étant donné que l'invention est une construction ou une disposition de circuit, dans lequel le contact de relais pour couper le circuit du chargeur est ajouté à l'ensemble de source d'alimentation de traitement par décharges conventionnel, on obtient également l'avantage voulant que la construction soit simple et peu coûteuse.

De plus, selon l'invention, étant donné que le courant de pointe n'est pas régénéré à la première source d'alimentation continue et que la tension de sortie est maintenue à une valeur souhaitée, même si l'énergie électrique introduite entre les pâles augmente, il est difficile de couper le fil, de sorte que le procédé est réalisé de façon stable. De plus, étant donné que la construction ou la disposition de circuit est sensiblement la même que celle d'un ensemble de source d'alimentation de traitement par décharges conventionnel on obtient également l'avantage voulant que la disposition de circuit soit simple et peu coûteuse.

Par ailleurs, selon la présente invention, le bruit et le temps mort pour augmenter la vitesse de traitement sont amenés à zéro (condition idéale). Même si le court-circuit vertical entre le premier/second bras se produit, un courant excessif ne circule pas à travers les éléments de commutation. Ainsi l'ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges n'est pas endommagé ou détruit, de sorte que le traitement peut être réalisé de façon stable à une vitesse plus élevée. De plus, étant donné que l'invention est sensiblement la même en ce qui concerne la construction ou la disposition du circuit par rapport à un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel, on peut également obtenir les avantages voulant que la disposition soit simple et peu coûteuse.

De plus, selon la présente invention, étant donné que le courant de pointe circule de façon à contourner les résistances de limitation de courant pour une tension positive/inversée, une tension excessive n'est pas appliquée à la forme d'onde  $V_{DS}$  des éléments de commutation et l'ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges n'est pas détruit. Ainsi, le traitement peut être réalisé à haute vitesse et de façon stable. En outre, étant donné que seul le branchement des composants est altéré ou modifié dans la même disposition de circuit que dans le cas d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel, on peut également obtenir l'avantage voulant que la disposition du circuit soit simple et peu coûteuse.

D'autres buts et caractéristiques de la présente invention apparaîtront de façon évidente à partir de la description qui suit et qui se réfère aux dessins d'accompagnement, dans lesquels

la fig. 1 est une vue d'un circuit montrant une disposition d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges selon la présente invention,

la fig. 2 est une vue d'un circuit montrant une disposition d'un ensemble de source d'alimentation

pour traitement par décharges selon une autre forme d'exécution de la présente invention,

la fig. 3 est une vue d'un circuit montrant une autre disposition d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges selon une autre forme d'exécution de la présente invention,

la fig. 4 est une vue d'un circuit montrant une disposition d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges selon une autre forme d'exécution de la présente invention,

la fig. 5 est une vue d'un circuit montrant une disposition d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges selon une autre forme d'exécution de la présente invention,

la fig. 6 est une vue d'un circuit montrant une disposition d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges selon une autre forme d'exécution de la présente invention,

la fig. 7 est une vue montrant une forme d'onde de fonctionnement, une forme de tension et de courant interpolaire, une forme d'onde  $V_{DS}$  des éléments de commutation du circuit de l'ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges selon la présente invention,

la fig. 8 est une vue du circuit montrant une disposition d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel,

la fig. 9 est une vue montrant une forme d'onde d'une tension de décharge interpolaire pour un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel,

la fig. 10 est une vue d'un circuit montrant une disposition d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges à fil conventionnel,

la fig. 11 est une vue montrant le fonctionnement des formes d'onde d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges à fil conventionnel,

la fig. 12 est un circuit montrant une disposition d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel et

la fig. 13 est une vue montrant le fonctionnement des formes d'onde montrant le temps mort pour un circuit d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement de décharge conventionnel de la fig. 12.

Plusieurs formes d'exécution de l'invention seront maintenant décrites en se référant aux dessins d'accompagnement. A la fig. 1, les références numériques 10 à 17 sont entièrement identiques en construction ou en disposition avec celles d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. A la fig. 1, les références numériques 18a, 18b, 18c et 18d désignent des moyens d'interruption pour les circuits des chargeurs respectifs. Dans cette forme d'exécution, des contacts de relais mécaniques sont utilisés pour les moyens d'interruption, mais des interrupteurs semi-conducteurs peuvent également être utilisés.

Le fonctionnement sera maintenant décrit. Une forme d'onde de pulsation concernant le traitement est la même que celle pour un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. La description sera centrée autour de la prévention des décharges concentrées. Sur la base

des conditions de traitement prévues, des signaux marche/arrêt sont transmis aux premiers et deuxièmes éléments de commutation 14a et 14b, et 16a et 16b, par un oscillateur (non représenté), de sorte que l'opération de commutation est réalisée. Dans ce cas, la protection des éléments de commutation 14a et 14b et 16a et 16b est exécutée pendant que les contacts des relais 18a, 18b, 18c et 18d, pour interrompre les circuits des chargeurs 15a, 15b, 15c et 15d sont fermés, pendant qu'une fréquence de commutation est faible (égale ou inférieure à quelques dizaines de KHz).

Par la suite, lorsqu'une condition de traitement est prévue, dans laquelle une fréquence de commutation est élevée (égale ou supérieure à plusieurs centaines de KHz), les contacts de relais 18a, 18b, 18c et 18d, pour interrompre les circuits de chargeur 15a, 15b, 15c et 15d, sont ouverts, de sorte que le courant du chargeur ne continue pas à s'écouler à travers les circuits du chargeur 15a, 15b, 15c et 15d.

Une autre forme d'exécution de l'invention sera décrite en se référant aux dessins. A la fig. 2, les éléments autres que les résistances de limitation de courant 28a et 29b pour la tension positive/inversée sont entièrement les mêmes que ceux d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. La référence numérique 28a désigne une résistance de limitation de courant pour une tension positive et inversée. Une valeur des résistances de limitation de courant 28a est la même que celle pour un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. Cependant, la résistance de limitation de courant 28a est différente, dans sa position d'insertion, par rapport à celle d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. Cela signifie que la résistance de limitation de courant 28a est insérée entre un point d'intersection ( $\alpha$ ) entre l'électrode et le troisième élément de commutation et un point d'intersection ( $\beta$ ) entre un côté inférieur de la première paire d'éléments de commutation et un côté supérieur de la seconde paire d'éléments de commutation. La référence numérique 29b désigne une résistance de limitation de courant pour une tension inversée. Une position à laquelle la résistance de limitation de courant 29b est insérée est la même que celle pour un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. Cependant, la résistance de limitation de courant 29b a une valeur différente que celle d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel, et cette valeur est amenée à une valeur pour laquelle la valeur de la résistance de limitation de courant pour la tension positive est soustraite de la valeur de la résistance de limitation de courant pour une tension conventionnelle.

Les règles ci-dessus sont montrées par les expressions suivantes:

(1) La valeur de la résistance de limitation de courant 28 pour une tension positive montrée à la fig. 10 est égale à la valeur de la résistance de li-

mitation de courant 28a pour une tension positive et inversée, montrée à la fig. 2.

(2) La valeur de la résistance de limitation de courant 29 pour la tension inversée montrée à la fig. 10 est égale à (a) la valeur de la résistance de limitation de courant 29b pour la tension inversée montrée à la fig. 2, plus (b) la valeur de la résistance de limitation de courant 28a pour la résistance de tension positive et inversée montrée à la fig. 2.

Il est également possible d'ajuster la résistance de limitation de courant 28b pour tension positive du circuit montré à la fig. 2, tel que montré à la fig. 3. Les règles sont montrées à l'aide des expressions suivantes.

(3) La valeur de la résistance de limitation de courant 28 pour tension positive montrée à la fig. 10 est égale à (a) la valeur de la résistance de limitation de courant 28a pour la tension positive et inversée montrée à la fig. 3 plus (b) la valeur de la résistance de limitation de courant 28b pour la tension positive montrée à la fig. 3.

La valeur de la résistance de limitation de courant 29 pour la tension inversée montrée à la fig. 10 est égale à (a) la valeur de la résistance de limitation de courant 29b pour une tension positive et inversée montrée à la fig. 3 plus (b) la valeur de la résistance de limitation de courant 29b pour la tension inversée montrée à la fig. 3.

Le fonctionnement sera maintenant décrit. Une forme d'onde de pulsation concernant le traitement est la même que celle pour un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. Dans ce cas, le courant de pointe sera décrit. En premier lieu, lorsque le troisième élément de commutation 51 est positionné sur arrêt, le courant de pointe circule dans le circuit d'absorption de pointe 52 ( $I_1$ ). De plus, le courant de pointe a une tendance à être généré à la première source d'alimentation continue 20 ( $I_2$ ). Cependant, on évite que le courant de pointe circule dans la résistance de courant 28a pour une tension positive. Ainsi, la tension est maintenue à la valeur désirée.

Une autre forme d'exécution de l'invention sera maintenant décrite en se référant aux dessins. A la fig. 4, l'autre forme d'exécution est entièrement identique en construction et en disposition à celle d'un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel, sauf pour les résistances de limitation de courant 38 et 39 pour une tension positive/inversée. Les résistances de limitation de courant 38 et 39 pour une tension positive/inversée sont les mêmes en fonction que celles pour un ensemble de source d'alimentation de traitement par décharges conventionnel, mais sont indépendantes en regard de la disposition ou de la construction du circuit.

Ensuite, le fonctionnement sera décrit. Une forme d'onde de pulsation concernant le traitement est la même dans la construction que celle pour un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. Dans ce cas, la description sera centrée sur le court-circuitage vertical du premier/second bras. Même si le court-circuitage vertical se produit pour certaines raisons, par exemple lorsque le temps mort est raccourci, de fa-

çon à se situer très près de zéro, il n'y aura aucun problème si l'on suit la démarche suivante. Premièrement, la résistance de limitation de courant 38 pour une tension inversée est insérée entre (i) un point d'intersection ( $\alpha$ ) entre le premier bras, comprenant le côté 34a de la première paire d'éléments de commutation et un côté inférieur 36b de la seconde paire d'éléments de commutation, et une pièce 32, et (ii) le côté inférieur 36b de la seconde paire d'éléments de commutation. Deuxièmement, la résistance de limitation de courant 39 pour une tension positive est insérée entre (i) un point d'intersection ( $\beta$ ) entre le deuxième bras, comprenant un côté inférieur 34b de la première paire d'éléments de commutation et un côté supérieur 36a de la deuxième paire d'éléments de commutation, et les pôles, et (ii) le côté inférieur 34b de la première paire d'éléments de commutation. Ainsi, tout courant excessif ne circule pas (une valeur de la résistance de limitation de courant est préalablement déterminée afin de devenir une valeur égale ou inférieure à une valeur de courant sélectionnée) et la destruction des éléments de commutation est ainsi évitée.

Une autre forme d'exécution de la présente invention sera maintenant décrite en se référant aux dessins. A la fig. 5, une construction ou disposition de source d'alimentation est la même que celle pour un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. Cependant, le branchement des diodes servant de protection pour les éléments de commutation est différent de celui pour un ensemble de source d'alimentation de traitement par décharges conventionnel. Cela signifie qu'une cathode d'une diode 45h, qui est branchée en parallèle à un côté inférieur 44b de la première paire d'éléments de commutation, est connectée à une électrode 43, tandis qu'une cathode d'une diode 45d, connectée en parallèle à un côté inférieur 46b de la deuxième paire d'éléments de commutation, est connectée à une pièce 42.

Le fonctionnement sera maintenant décrit. Une forme d'onde de pulsation concernant le procédé est la même que celle pour un ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges conventionnel. Dans ce cas, la description sera faite en fonction du fait qu'une tension de pointe excessive n'est pas appliquée à la forme d'onde  $V_{DS}$  de la première/deuxième paires d'éléments de commutation 44a et 44b, 46a et 46b. Un passage de courant de pointe (I2), au moment où la première paire d'éléments de commutation 44a et 44b passe de la position marche à la position arrêt, est illustré à la fig. 5.

Le chemin est tel que, étant donné qu'une résistance de limitation 47 pour la tension inversée est contournée par une diode de protection 45d de l'élément de commutation 46b, le courant de pointe circule facilement de sorte qu'une tension de pointe n'est pas appliquée à  $V_{DS}$  de la première paire d'éléments de commutation 44a et 44b. De façon similaire, lorsque la deuxième paire d'éléments de commutation 46a et 46b passe de la position marche à la position arrêt, la tension de pointe excessive n'est pas appliquée à  $V_{DS}$  pour la deuxième pai-

re d'éléments de commutation 46a, 46b, parce que le courant de pointe contourne une résistance de limitation 48 pour tension positive par la diode de protection 45h.

De plus, la fig. 6 est une vue de circuit montrant une disposition pour un autre ensemble de source d'alimentation pour traitement par décharges selon la présente invention. A la fig. 6, la référence numérique 40 désigne une source d'alimentation continue, 42 une pièce, 43 une électrode, 44a, 44b une première paire d'éléments de commutation qui, ici, sont des éléments de puissance MOS-FETs, 46a, 46b une deuxième paire d'éléments de commutation qui, ici, sont des éléments de puissance MOS-FETs, 45a, 45b, 45c, 45d, 45e, 45f, 45g, 45h des diodes pour protéger les éléments de puissance MOS-FETs, 47 une résistance de limitation de courant pour la tension inversée et 48 une résistance de limitation de courant pour la tension positive.

Le fonctionnement sera maintenant décrit. La tension continue est appliquée à un point intermédiaire entre l'électrode de traitement 43 et la pièce 42, par la source d'alimentation continue 40. La première paire d'éléments de commutation 44a, 44b est simultanément positionnée sur marche/arrêt, pour une période de temps prédéterminée, pour générer une pulsation de tension positive, afin d'exécuter le procédé de décharge. Par la suite, la deuxième paire d'éléments de commutation 46a, 46b est simultanément positionnée sur marche/arrêt, pour une période de temps prédéterminée, pour générer une pulsation de tension inversée. Afin d'obtenir le courant de décharge désiré, les résistances de limitation de courant 47 et 48, pour une tension positive/inversée, sont insérées. Cette série d'opérations est exécutée de façon répétitive, afin de réaliser le procédé de décharge.

Dans ce cas, un passage du courant de pointe (I1), au moment où la première paire d'éléments de commutation 44a et 44b passe dans la position marche/arrêt, est illustré à la fig. 6. La résistance de limitation de courant 47 pour la tension inversée est branchée au passage de courant de pointe (I1) et le courant de pointe ne passe pas efficacement. Les signaux marche/arrêt de l'oscillateur (non représenté), à ce moment, une forme d'onde de tension/courant interpolaire et une forme d'onde  $V_{DS}$  pour la première paire d'éléments de commutation 44a et 44b, sont illustrés à la fig. 7.

Au moment où la première paire d'éléments de commutation 44a et 44b passent de la position marche à la position arrêt, le courant de pointe (I1) ne passe pas efficacement par la résistance de limitation de courant 47 pour la tension inversée, et ainsi, il y a un cas où la tension de pointe excessive est générée à la forme d'onde  $V_{DS}$  (la tension entre le drain et la source) de la première paire d'éléments de commutation 44a et 44b, de sorte que la valeur des éléments de commutation est dépassée. Un phénomène similaire se produit également au moment où la deuxième paire d'éléments de commutation 46a et 46b passe de la position marche à la position arrêt.

A la fig. 7, une forme d'onde A, la première paire d'éléments de commutation 44a et 44b est position-

née sur la position marche à l'étape (1). Ensuite, tel que montré dans la forme d'onde B à l'étape (2), la tension ( $V_0$ ) est appliquée au point intermédiaire de la source d'alimentation continue 40. Ainsi, tel que montré à la forme d'onde E à l'étape (3), la tension ( $V_{DS}$ ) de la paire d'éléments de commutation est modifiée pour la valeur  $OV$  à ce moment. Ainsi, une rupture diélectrique se produit au point intermédiaire et la tension diminue fortement à la valeur de la tension de formation d'arc  $V_{arc}$ , tel que montré à l'étape (4) de la forme d'onde C et le courant de traitement circule au point intermédiaire au même moment, tel que montré dans la forme d'onde D à l'étape (5).

Une fois que le temps souhaité est écoulé, la première paire d'éléments de commutation 44a, 44b est positionnée à l'état d'arrêt, montré à la forme d'onde A, étape (6). Par la suite, le courant de traitement continue à circuler jusqu'à ce que l'énergie stockée dans la bobine L (montrée à la fig. 6) du chargeur passe à zéro, tel que montré dans la forme d'onde D à l'étape (7). L'itinéraire du courant ( $I_1$ ) est montré à la fig. 6. Le courant circule dans la résistance de limitation de courant 47 pour la tension inversée, de sorte que la tension de pointe en concordance avec la chute de tension se produit à l'élément de commutation 44a, montré à la forme d'onde E à l'étape (8). Ensuite, après qu'une période de temps déterminée à l'état arrêt s'est écoulée, la deuxième paire d'éléments de commutation 46a, 46b est positionnée à l'état marche, montré dans la forme d'onde B, étape (9). Par la suite, la tension de polarité inversée de la tension ( $V_0$ ) est appliquée au point intermédiaire, à partir de la source d'alimentation continue 40 tel que montré dans la forme d'onde C, étape (10).

Les fonctions (11 à 16) sont les mêmes que les fonctions (3 à 8) montrées à la fig. 7. Cependant, la tension appliquée au point intermédiaire et le courant de traitement sont ajustés selon une condition réciproque par rapport à la condition dans laquelle la première paire d'éléments de commutation 44a et 44b est mise à l'état de marche. Et la tension de pointe se produit à l'élément de commutation 46a.

### Revendications

1. Ensemble d'alimentation électrique pour traitement par décharges dans une machine d'électro-érosion, dans laquelle un espace est défini entre une pièce à usiner et une électrode, ledit traitement étant réalisé au moyen d'énergie de décharge, ledit ensemble d'alimentation pour traitement par décharges comprenant:

une source d'alimentation à courant continu pour fournir l'énergie électrique audit espace, des éléments de commutation, pouvant fonctionner à une pluralité de fréquences de commutation pour convertir une tension continue de ladite source d'alimentation en une tension de pulsation, un circuit chargeur pour protéger lesdits éléments de commutation, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens d'interruption ou de limitation de courant pour interrompre ou limiter le courant

fourni par ledit chargeur en concordance avec les fréquences de commutation desdits éléments de commutation.

2. Ensemble d'alimentation électrique selon la revendication 1, comprenant:

les éléments de commutation répartis en:

une première paire d'éléments de commutation pour appliquer une tension positive audit espace, ladite paire définissant un côté supérieur et inférieur,

une deuxième paire d'éléments de commutation permettant d'appliquer une tension inversée audit espace, ladite paire définissant un côté supérieur et inférieur, et

un troisième élément de commutation couplé à ladite électrode,

une première résistance de limitation de courant pour ladite tension inversée et couplée à ladite deuxième paire d'éléments,

une deuxième source d'alimentation à courant continu, couplée à ladite pièce à usiner, et une deuxième résistance de limitation de courant pour la tension positive/inversée, insérée entre un point d'intersection ( $\alpha$ ) de ladite électrode et ledit troisième élément de commutation et un point d'intersection ( $\beta$ ) dudit côté inférieur de ladite première paire d'éléments de commutation et ledit côté supérieur de ladite deuxième paire d'éléments de commutation.

3. Ensemble d'alimentation électrique selon la revendication 1, comprenant les éléments de commutation répartis en:

une première paire d'éléments de commutation permettant d'appliquer une tension positive à ladite pièce à usiner et à ladite électrode,

ladite première paire définissant un côté supérieur et inférieur, et une deuxième paire d'éléments de commutation permettant d'appliquer une tension inversée à ladite pièce à usiner et à ladite électrode, ladite deuxième paire définissant un côté supérieur et inférieur,

une première résistance de limitation de courant pour la tension positive/inversée, couplée à ladite électrode,

une deuxième résistance de limitation de courant pour la tension inversée, insérée en un point d'intersection ( $\alpha$ ) entre le côté supérieur de ladite première paire d'éléments de commutation et le côté inférieur de ladite deuxième paire d'éléments de commutation, et

une troisième résistance de limitation de courant pour la tension positive, insérée en un point d'intersection ( $\beta$ ) entre le côté inférieur de ladite première paire d'éléments de commutation et le côté supérieur de ladite deuxième paire d'éléments de commutation, et ledit espace, et le côté inférieur de ladite première paire d'éléments de commutation.

4. Ensemble d'alimentation électrique selon la revendication 1, comprenant:

les éléments de commutation répartis en:

une première paire d'éléments de commutation permettant d'appliquer une tension positive à ladite pièce à usiner et à ladite électrode, et

une deuxième paire d'éléments de commutation permettant d'appliquer une tension inversée à ladite pièce à usiner et à ladite électrode, une résistance de limitation de courant pour la tension positive et tension inversée et 5

une pluralité de diodes dont, au moins l'une d'entre elles, sert à protéger un élément de commutation correspondant dans ladite première et ladite deuxième paires d'éléments de commutation, ladite diode étant connectée en parallèle avec ledit élément de commutation correspondant, 10

dans lequel la cathode de chacune desdites diodes, connectées en parallèle sur lesdits éléments de commutation sur ledit côté inférieur de ladite première paire et de ladite deuxième paire d'éléments de commutation, est disposée de telle manière que les diodes de ladite première paire d'éléments de commutation sont connectées à ladite électrode et les diodes de ladite deuxième paire d'éléments de commutation sont connectées à ladite pièce à usiner. 20

5. Procédé de mise en action d'une machine d'électroérosion de traitement par décharges ayant un ensemble d'alimentation électrique selon l'une des revendications précédentes et comportant en outre des éléments de protection, constitués d'au moins un circuit chargeur, aptes à protéger les éléments de commutation, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes: 25

positionner ladite première paire d'éléments de commutation en position marche/arrêt, de façon simultanée, pour une première période de temps prédéterminée, afin de générer un groupe de pulsations de tension positive, 30

positionner ladite deuxième paire d'éléments de commutation en position marche/arrêt, de façon simultanée, pour une deuxième période de temps prédéterminée, afin de générer un groupe de pulsations de tension inversée, 35

utiliser de façon sélective lesdits moyens de protection sur la base de la fréquence de l'opération de commutation. 40

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel lesdits moyens de protection sont commutés électroniquement. 45

7. Procédé de mise en action d'une machine d'électroérosion de traitement par décharges ayant un ensemble d'alimentation électrique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes: 50

positionner ladite première paire d'éléments de commutation sur la position marche/arrêt, de façon simultanée, pour une première période de temps prédéterminée, afin de générer un groupe de pulsations de tension positive, 55

positionner ladite deuxième paire d'éléments de commutation sur la position marche/arrêt, de façon simultanée, pour une deuxième période de temps prédéterminée, afin de générer un groupe de pulsations de tension inversée, 60

et contourner de façon sélective la première résistance de limitation pour la tension inversée et ladite deuxième résistance de limitation pour la tension positive. 65







FIG.4

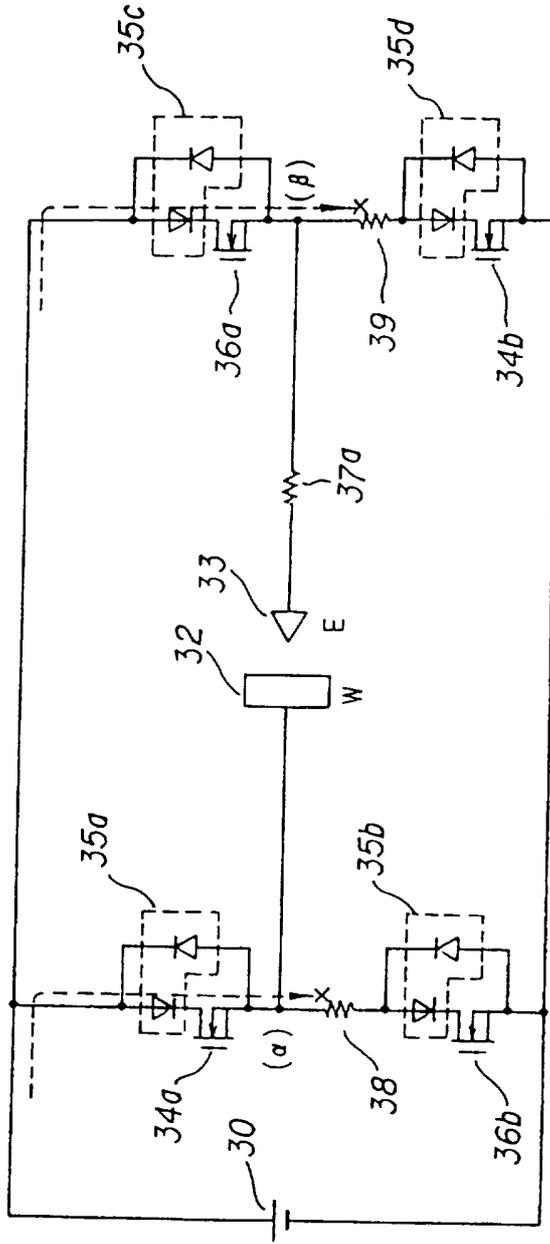


FIG.5

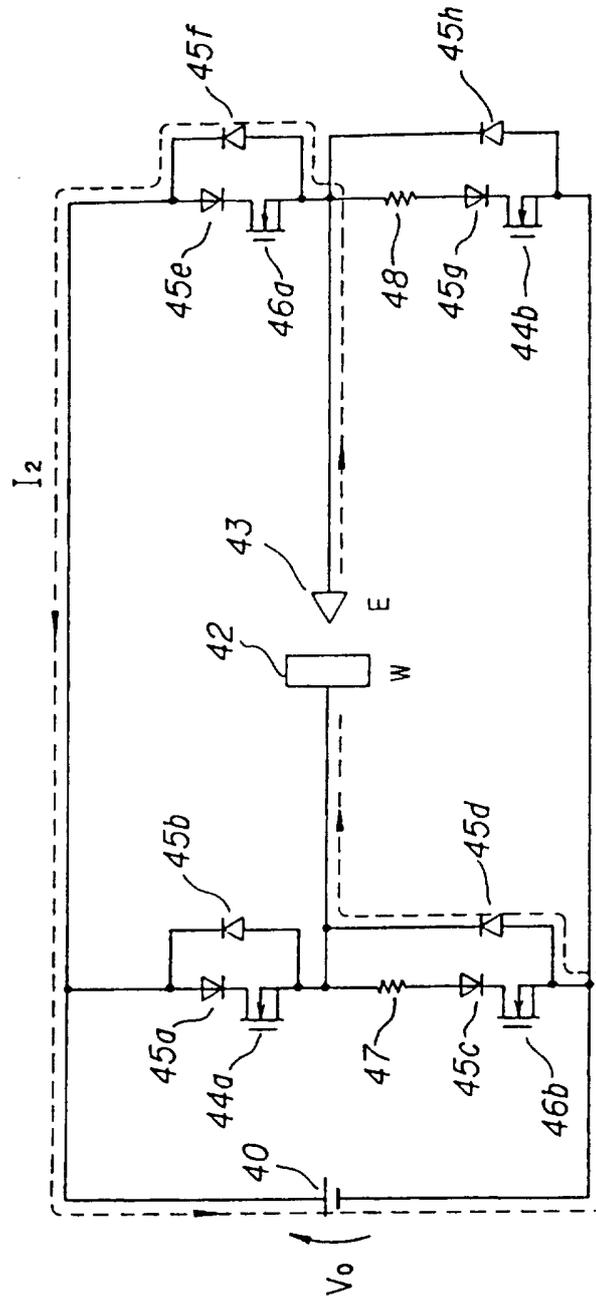
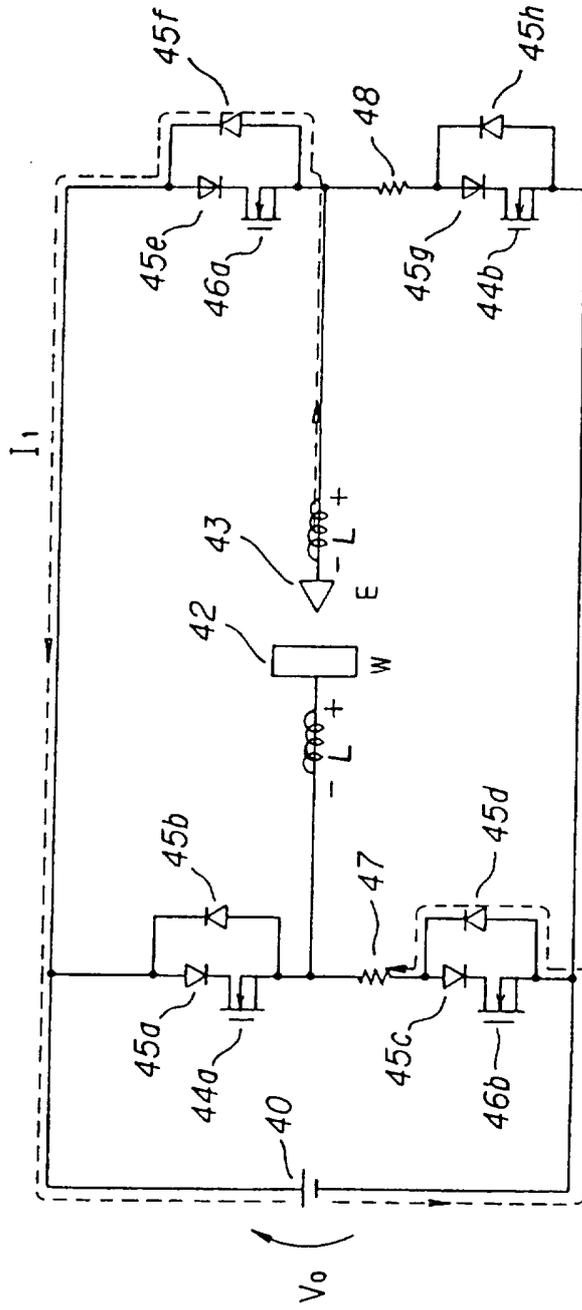


FIG.6



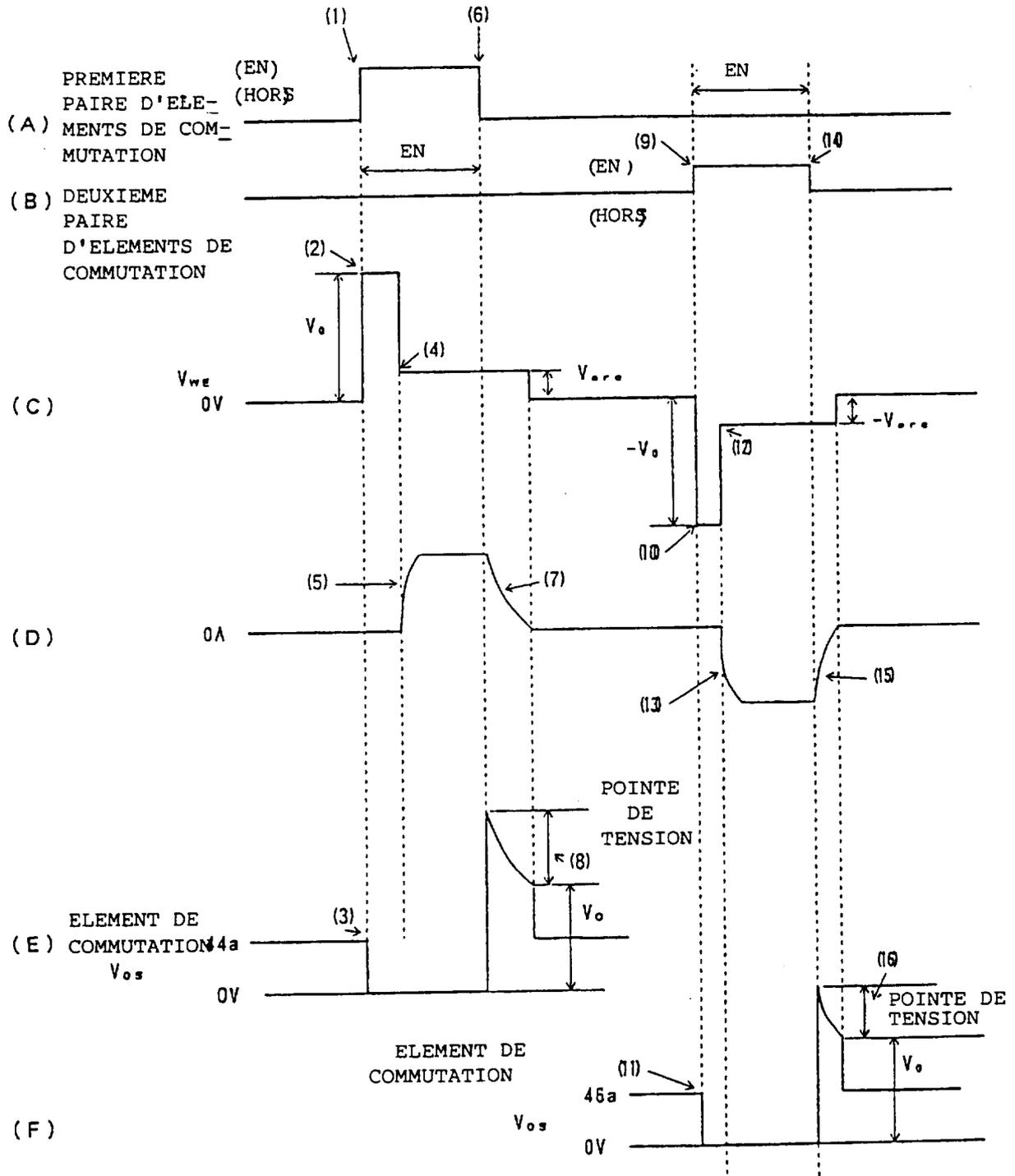
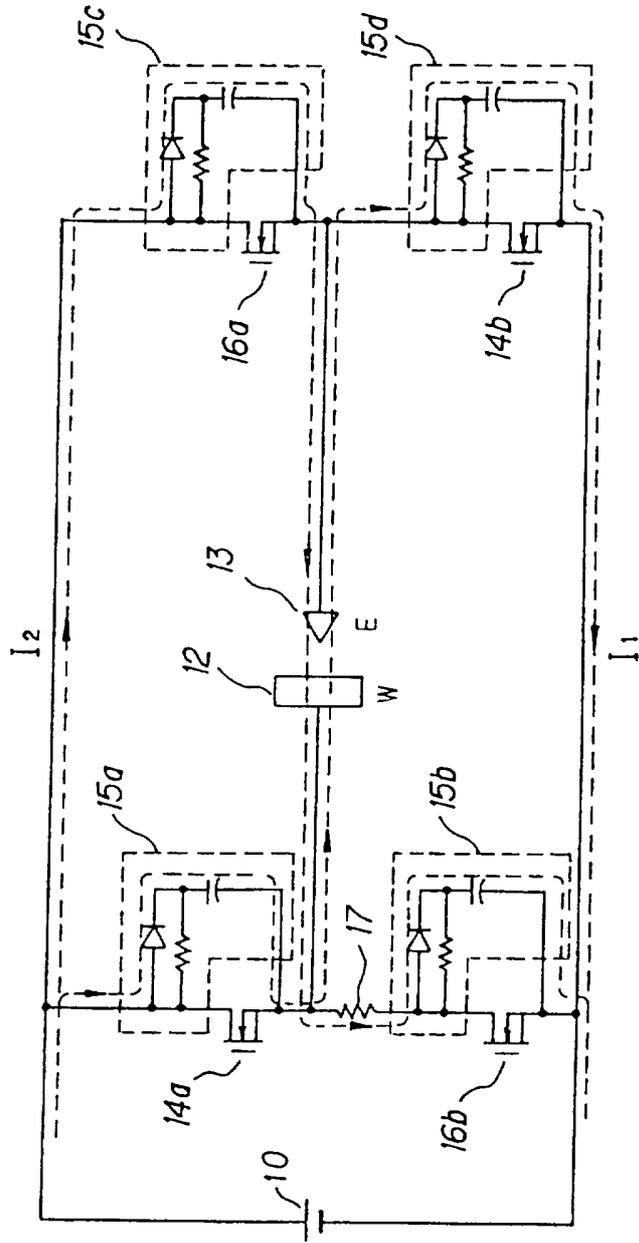


FIG.8



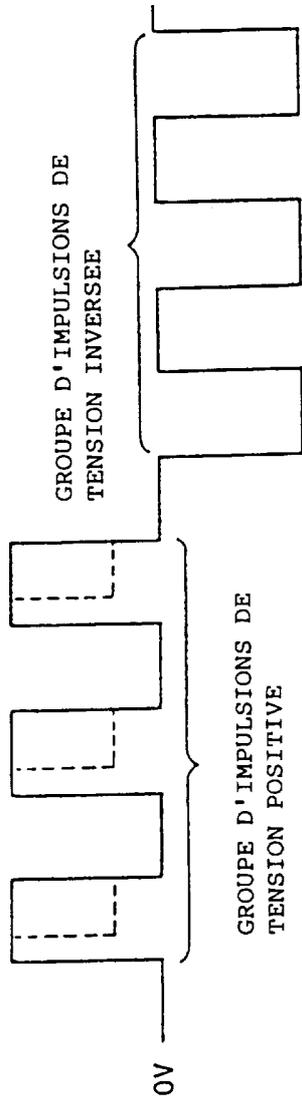


FIG.9(a)

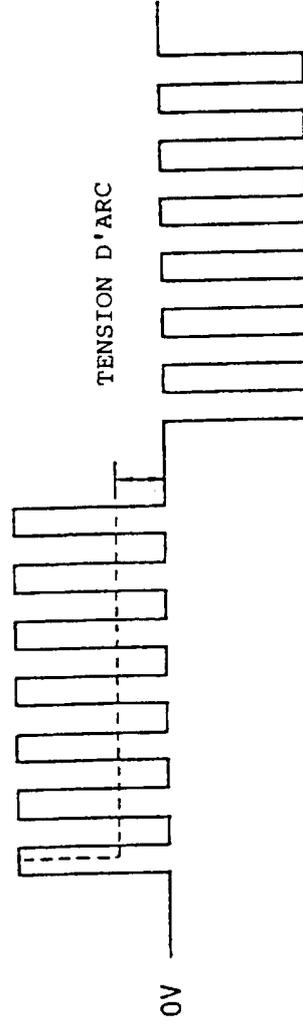


FIG.9(b)



FIG.11

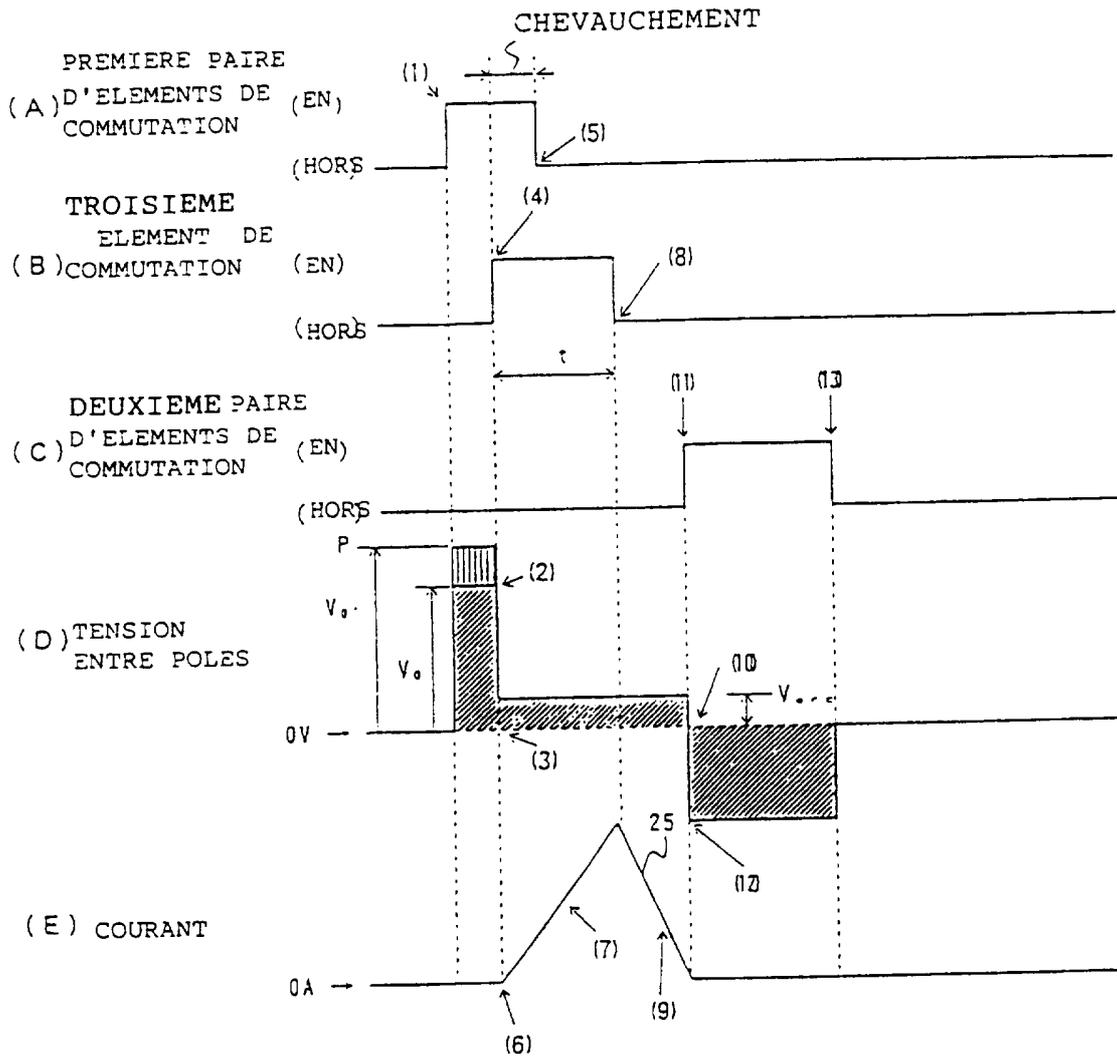


FIG.12

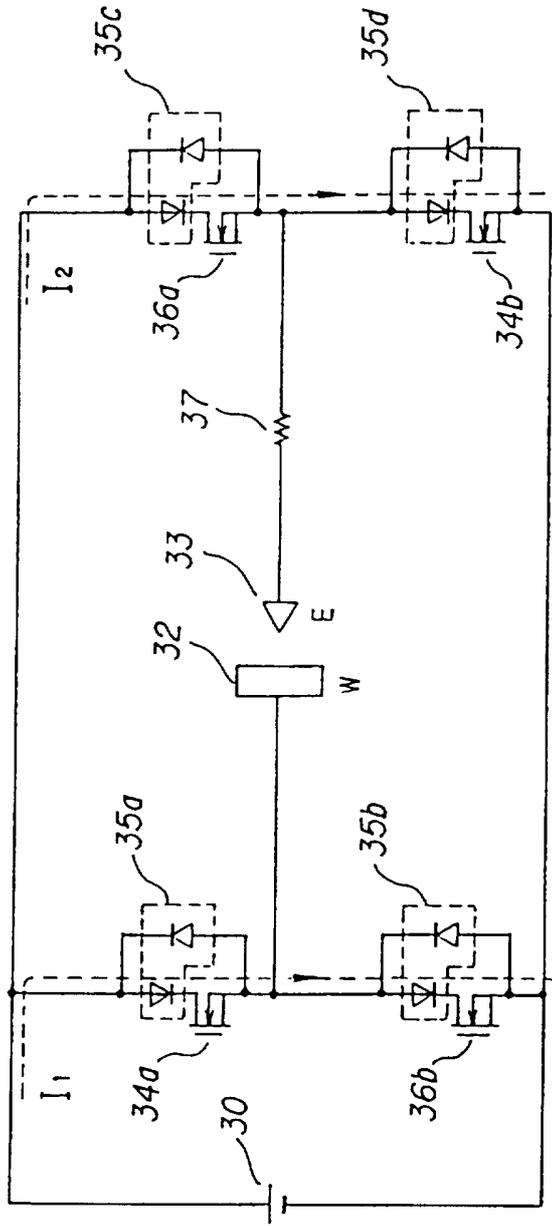


FIG.13

