



19



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

11 CH 690 089 A5

51 Int. Cl.⁷: 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: 02302/95

22 Date de dépôt: 09.08.1995

30 Priorité: 09.08.1994 JP A6-187309
25.07.1995 JP A7-189351

24 Brevet délivré le: 28.04.2000

45 Fascicule du brevet
publiée le: 28.04.200073 Titulaire(s):
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha,
2-3, Marunouchi 2-chome,
Chiyoda-ku/Tokyo (JP)72 Inventeur(s):
Akamatsu, Koji, Tokyo (JP)74 Mandataire:
William Blanc & Cie conseils en
propriété industrielle S.A., 9, rue du Valais,
1202 Genève (CH)

54 Dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques.

57 Un dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, détecte un état des décharges électriques durant une opération d'usinage par décharges électriques. Le dispositif de détection comprend un filtre passe-haut pour détecter une composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique, dans un espace d'usinage, entre une électrode et une pièce à usiner, un circuit redresseur pour fournir une composante redressée de la composante haute fréquence, un premier circuit d'intégration pour intégrer la composante redressée, un circuit de tension de référence, un second circuit d'intégration pour intégrer la tension de référence, un comparateur pour comparer les deux valeurs intégrées, un circuit de détection de la production des décharges électriques pour la commande du démarrage et de l'arrêt des circuits d'intégration, un circuit logique, un circuit à retard et un circuit de remise à zéro.



Description

La présente invention concerne un dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, qui détecte l'état des décharges électriques pendant un usinage par décharges électriques.

On sait que l'état des décharges électriques dans un usinage par décharges électriques avec une machine d'usinage par décharges électriques peut normalement être évalué en détectant la grandeur d'une composante haute fréquence de la forme d'onde de la tension de décharge électrique. Cette forme d'onde de la tension de décharge électrique est une forme d'onde très complexe, comportant une composante haute fréquence. Dans ces conditions, il est très important de fournir une technique dans laquelle on ne détecte qu'une composante caractéristique de la forme d'onde dans la forme d'onde de la tension de décharge électrique, et cela sans erreurs et très rapidement.

La publication de brevet japonais mise à la disposition du public No. 5-293 714 décrit un dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques. En rapport avec fig. 11, qui illustre un circuit sensiblement de la même structure que celui de cette référence, le fonctionnement de ce dispositif sera décrit ci-après.

Sur la fig. 11, le chiffre de référence 2 désigne une électrode d'une machine d'usinage par décharges électriques, le chiffre de référence 3 désigne une pièce à usiner et un espace d'usinage est formé entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. Le chiffre de référence 1 désigne une source de courant d'usinage de la machine d'usinage par décharges électriques. Une tension de décharge électrique sous la forme d'une impulsion est appliquée par la source de courant d'usinage 1 à l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. Le chiffre de référence 4 désigne un filtre passe-haut utilisé pour détecter une composante haute fréquence de la tension de décharge électrique, le chiffre de référence 5 désigne un circuit redresseur pour redresser la composante haute fréquence sortant du filtre passe-haut 4 et un signal de sortie vrec fourni par le circuit redresseur 5. Par ailleurs, le chiffre de référence 6 désigne un circuit de détection de la production des décharges électriques pour détecter la production des décharges électriques dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. Le circuit 6 de détection de la production des décharges électriques est composé d'un circuit 60 de détection de la tension de décharge électrique pour détecter la tension de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3 et d'un circuit de détection 61 pour détecter un courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3.

Un signal de sortie 60s du circuit de détection 60 de la tension de décharge électrique et un signal de sortie 61s du circuit de détection 61 du courant de décharge électrique, dans le circuit 6 de détection de la production des décharges électriques, sont fournis à un circuit logique 62. Le chiffre de ré-

férence 7 désigne un circuit à retard. Le circuit à retard 7 est constitué d'un circuit 70 à constante de temps pour mesurer une constante de temps t_H du filtre passe-haut 4 et d'un circuit logique 72. Un signal de sortie 63 du circuit logique 62 est fourni au circuit 70 à constante de temps et au circuit logique 72 dans le circuit à retard 7. Un signal de sortie 71 du circuit 70 à constante de temps est fourni au circuit logique 72. Le chiffre de référence 8 désigne un circuit d'intégration. Le circuit d'intégration 8 est constitué d'un amplificateur opérationnel 80, d'un condensateur C1 connecté entre la borne d'entrée inverseuse (-) et la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel 80 et d'une résistance R1 connectée en série entre la borne de sortie du circuit redresseur 5 et la borne d'entrée inverseuse (-) de l'amplificateur opérationnel 80. En outre, la borne d'entrée non inverseuse (+) de l'amplificateur opérationnel 80 est connectée à la masse.

Le chiffre de référence 9 désigne un circuit de remise à zéro. Le circuit de remise à zéro 9 comporte un transistor dont les bornes collecteur-émetteur sont connectées entre les deux bornes du condensateur C1. Un signal de sortie 73 fourni par le circuit logique 72 du circuit à retard 7, est fourni au circuit de remise à zéro 9. Le chiffre de référence 10 désigne un comparateur. Une valeur de sortie intégrée V_{int} , qui représente le signal de sortie de l'amplificateur opérationnel 80 du circuit d'intégration 8 est fournie à la borne d'entrée inverseuse (-) du comparateur 10, et la tension de référence V_{ref} est délivrée à la borne d'entrée non inverseuse (+) du circuit comparateur 10.

La fig. 12 montre les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie des parties principales de la fig. 11. La lettre de référence A de la fig. 12 désigne une forme d'onde de la tension de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. La lettre de référence B de la fig. 12 désigne une forme d'onde du signal de sortie du filtre passe-haut 4. La lettre de référence I de la fig. 12 montre une forme d'onde du signal de sortie du circuit logique 72. La lettre de référence F de la fig. 12 montre une forme d'onde du signal intégré fourni par le circuit d'intégration 8.

Le fonctionnement de cet agencement sera décrit en se référant aux fig. 11 et 12.

Sur les fig. 11 et 12, le chiffre de référence 20 désigne une forme d'onde de la tension de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3, où T_{on} désigne la largeur d'une impulsion de décharge électrique et T_{off} désigne le temps de repos. Lorsqu'une décharge électrique est produite après l'application d'une tension à l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3, les signaux fournis par le circuit de détection 60 de la tension de décharge électrique et le circuit de détection 61 du courant de décharge électrique prennent tous deux le niveau H (haut). Ces signaux de sortie sont fournis au circuit logique 62. Dans le circuit logique 62, lorsque tous ces signaux d'entrée prennent le niveau H (haut), c'est-à-dire lorsqu'une décharge électrique est produite dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3, un niveau L (bas) apparaît à la

sortie. Cet instant est défini comme étant un instant de détection t_1 d'une décharge électrique. t_2 désigne un instant ($t_2 = t_1 + t_H$) après la constante de temps t_H du filtre passe-haut 4 à partir de l'instant t_1 de la détection d'une décharge électrique. Le chiffre de référence 21 désigne une composante haute fréquence de la tension de décharge électrique. Le chiffre de référence 22 désigne une forme d'onde perturbatrice provoquée par une caractéristique transitoire du filtre passe-haut 4.

Dans le circuit 70 à constante de temps, le niveau H est produit pendant la durée de temps t_H à partir du moment de la chute du signal 63 fourni par le circuit logique 62. Le signal de sortie 63 du circuit logique 62 et le signal de sortie 71 du circuit à constante de temps 70 sont appliqués au circuit logique 72 et ensuite le signal de sortie 73 désigné au code I sur la fig. 12 est produit. Le temps de la montée du signal de sortie 73 est désigné par t_2 en I sur la fig. 12. Le circuit de remise à zéro 9 remet à zéro le circuit d'intégration pendant une période où le signal de sortie 73 du circuit logique 72 est au niveau H. Cela signifie, que le signal v_{rec} fourni par le circuit redresseur 5 est intégré dans le circuit d'intégration 8, uniquement pendant une période où le signal de sortie 73 fourni par le circuit logique 72 est au niveau L. Dans le comparateur 10, la tension de référence V_{ref} et une tension de sortie d'intégration V_{int} désignée par F sur la fig. 12 sont comparées l'une avec l'autre. Lorsque la tension de sortie d'intégration V_{int} est supérieure à la tension de référence V_{ref} à la fin de l'impulsion de décharge électrique de largeur Ton, on estime que l'impulsion de décharge électrique est normale. Sinon, on estime qu'il s'agit d'une impulsion de décharge électrique anormale, par exemple d'une impulsion de décharge électrique correspondant à un arc.

Toutefois, la machine d'usinage par décharges électriques ci-dessus a quelques inconvénients, comme décrit ci-après.

On va décrire un premier inconvénient en se référant aux fig. 13a et 13b.

Les fig. 13a et 13b sont des diagrammes de temps montrant respectivement une relation entre une forme d'onde 20 de la tension de décharge électrique et une valeur V_{int} fournie par l'intégrateur dans le cas où la même valeur du courant d'usinage est choisie. La fig. 13a montre un cas où la largeur des impulsions de décharge électrique est élevée (Ton1) et la fig. 13b montre un autre cas où la largeur des impulsions des décharges électriques est faible (Ton2).

La valeur de sortie V_{int} intégrée par le circuit d'intégration 8 peut être exprimée par l'équation suivante (1).

$$V_{int} = v_{rec} \times \text{Ton} / (R_1 \times C_1) \quad (1)$$

où v_{rec} désigne un signal de sortie du circuit redresseur 5, Ton désigne la largeur des impulsions de décharge électrique, R_1 désigne une valeur de résistance pour déterminer le gain d'intégration du circuit d'intégration 8 et C_1 désigne une valeur de capacité électrostatique pour déterminer le gain d'intégration du circuit d'intégration 8. On sait que

la grandeur d'une composante haute fréquence de la tension de décharge électrique dépend de la grandeur du courant d'usinage. Toutefois, comme cela ressort de l'équation (1), même lorsque la même valeur de courant d'usinage est choisie pour l'usinage par décharges électriques, la valeur V_{int} produite par intégration est proportionnelle à la largeur Ton des impulsions de décharge électrique.

Comme représenté par les formes d'onde F des signaux de sortie de l'intégrateur dans les fig. 13a et 13b, il est nécessaire de changer et de régler la valeur de référence V_{ref} en fonction de la largeur Ton des impulsions de décharge électrique, qui est fixée comme paramètre d'usinage. La largeur Ton des impulsions de décharge électrique est fixée comme paramètre d'usinage à l'intérieur d'une gamme allant d'une valeur minimale d'environ 2 sec à une valeur maximale d'environ 4096 secondes. Ensuite, et comme exprimé par l'équation (1), puisque la valeur V_{int} fournie par l'intégrateur est proportionnelle à la largeur Ton des impulsions de décharge électrique, la tension de référence V_{ref} est également produite, en utilisant le tableau de données représenté à la fig. 14, en accord avec la largeur Ton des impulsions de décharge électrique. Ainsi, on ne prévoit pas de réglage fin, de sorte que V_{ref11} est produit comme valeur de référence pour une largeur des impulsions de décharge électrique d'environ 1025 à 2048 secondes, par exemple.

Par ailleurs, il est possible de ne pas utiliser la largeur des impulsions de décharge électrique, mais d'utiliser chaque fois Ton2, pendant une durée de temps à comparer avec la valeur de référence V_{ref} , dans le cas où la largeur des impulsions de décharge électrique est faible. Toutefois, lorsque la largeur des impulsions de décharge électrique est grande, le rapport S/N de la valeur de sortie intégrée V_{int} est réduit et la précision de détection est diminuée.

Ensuite, on va décrire un autre inconvénient en se référant aux fig. 15, 16 et 17. La fig. 15 est un schéma de circuit de la source de courant d'usinage décrite dans la publication de modèle d'utilité japonais No. 57-33 949. La lettre de référence B1 désigne une source de courant continu, B2 désigne une source de courant auxiliaire, S1 désigne un premier commutateur, S2 désigne un second commutateur, D1 désigne une première diode, D2 désigne une seconde diode, R2 désigne une résistance de détection du courant, C2 désigne un condensateur, L1 désigne une réactance, le chiffre de référence 400 désigne un générateur d'impulsions et le chiffre de référence 300 désigne un circuit de commande pour le premier commutateur S1.

La fig. 16 montre les formes d'onde de signaux d'entrée et de sortie des parties principales de la fig. 15. Les chiffres 1 et 0 du premier commutateur S1 et du second commutateur S2 désignent des états fermé/ouvert des commutateurs respectifs S1 et S2, et i_{L1} désigne une forme d'onde d'un courant circulant dans la réactance L1, qui est détecté par une résistance R2 de détection du courant. Le commutateur S2 est maintenu dans l'état fermé durant une période complète de l'impulsion de décharge électrique de largeur Ton. Le circuit de comman-

de 300 commande le commutateur S1 de manière à ce que le courant produit prenne une valeur prédéterminée. Comme représenté sur la fig. 16, le commutateur S1 répète des opérations fermeture/ouverture plusieurs fois durant la période de l'impulsion de décharge électrique Ton. Une quantité importante de puissance électrique est consommée dans la résistance d'un système qui utilise une résistance comme élément limitant le courant. Toutefois, le système représenté sur les fig. 15 et 16 est un système de commande du courant dans lequel le courant est commandé par la réactance L1 et le circuit de commande 300, de sorte que l'on peut dire que ce système est meilleur, car la puissance électrique consommée dans le circuit est tout à fait faible. Ce type de source de courant d'usinage est appelé ci-après source de courant du type réactance.

La fig. 17 montre les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie des parties principales lorsqu'on utilise une source de courant du type réactance dans le dispositif de détection de l'état des décharges électriques représenté sur la fig. 11. La lettre de référence A de la fig. 17 désigne une forme d'onde de la tension de décharge électrique, la lettre de référence B de la fig. 17 désigne une forme d'onde du signal fourni par le filtre passe-haut 4, la lettre de référence 1 de la fig. 17 désigne une forme d'onde du signal fourni par le circuit logique 72 et la lettre de référence F de la fig. 17 désigne une forme d'onde de signal fourni par le circuit d'intégration 8. Selon la forme d'onde A de la fig. 17, une tension en forme de pointe, qui est synchronisée avec les transitions fermé/ouvert du commutateur S1, apparaît dans la forme d'onde 20 de la tension de décharge électrique, comme représenté par un chiffre 23, en plus d'une composante haute fréquence 21. Cette tension de pointe 23 est une composante haute fréquence qui est produite par le fonctionnement du commutateur S1 sans aucune relation avec le phénomène d'usinage par décharges électriques. La tension de pointe 23 est à l'origine d'une détection erronée dans le dispositif de détection de l'état des décharges électriques, qui est représenté sur la fig. 11 et qui est destiné à détecter la composante haute fréquence, dans les opérations d'usinage par décharges électriques.

Cette détection erronée sera décrite ci-après.

La composante de la tension de pointe 23 de la forme d'onde A de la tension de décharge électrique de la fig. 17 apparaît dans la forme d'onde du signal fourni par le filtre passe-haut 4, comme représenté par la forme d'onde B de la fig. 17, en tant que tension de pointe 24. La durée de temps pendant laquelle la tension de pointe 24 apparaît, correspond à b1 lorsque le commutateur S1 est fermé et elle correspond à b2 lorsque le commutateur S1 est ouvert. Par ailleurs, la durée de temps pendant laquelle cette tension de pointe 24 apparaît, dépend de la grandeur du courant d'usinage. La lettre de référence F de la fig. 17 désigne une forme d'onde des signaux fournis par le circuit d'intégration 8. Sa valeur intégrée augmente, comme indiqué en trait plein, chaque fois que la tension de pointe 24 est produite. La valeur de sortie intégrée

est désignée par Vint2 lorsque la source de courant du type réactance est utilisée comme source de courant d'usinage, alors sur la valeur de sortie intégrée est désignée par Vint1 lorsqu'elle n'est pas utilisée. Comme la valeur de sortie intégrée Vint2 est une valeur bien plus grande que la valeur de sortie intégrée Vint1, il est impossible de réaliser une détection précise d'une composante haute fréquence due au phénomène de décharge électrique. Ceci signifie qu'une détection erronée se produit qui est due à l'impulsion de la décharge électrique, la valeur de sortie intégrée de la composante haute fréquence dans le phénomène de décharge électrique étant petite, elle devrait donc normalement être considérée comme une décharge électrique anormale, mais elle est néanmoins considérée comme étant une impulsion normale.

Compte tenu de ce qui précède, la présente invention a été faite pour résoudre ces inconvénients, et un but de la présente invention est de fournir un dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques qui soit capable de détecter correctement une impulsion de décharge électrique normale dans un état de décharge électrique de l'usinage par décharges électriques.

Le dispositif de détection de l'état des décharges électriques d'une machine d'usinage par décharges électriques selon l'invention comprend: un moyen de détection d'une composante haute fréquence pour détecter une composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courants de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner; un premier moyen d'intégration pour intégrer dans le temps, la valeur d'une composante haute fréquence détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; un moyen de fourniture d'une tension de référence pour fournir la tension de référence; un second moyen d'intégration pour intégrer dans le temps, la tension de référence fournie par le moyen produisant la tension de référence; un moyen de commande pour la commande du démarrage et de l'arrêt des intégrations par le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration; et un moyen comparateur pour comparer une valeur intégrée délivrée par le premier moyen d'intégration avec une valeur intégrée délivrée par le second moyen d'intégration, qui sont commandés par le moyen de commande.

Le premier moyen d'intégration peut utiliser la grandeur d'une composante redressée obtenue en redressant la composante haute fréquence en tant que grandeur d'une composante haute fréquence à intégrer dans le temps.

La composante haute fréquence, qui est superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace de travail entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence. La grandeur d'une composante haute fréquence est produite par une intégration dans le temps par le premier moyen d'intégration. En outre, la grandeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de

référence est soumise à une intégration dans le temps par le second moyen d'intégration. Ici, le début et la fin des intégrations dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. La valeur intégrée délivrée par le premier moyen d'intégration est comparée avec la valeur intégrée délivrée par le second moyen d'intégration, dans le moyen comparateur. De cette manière, la tension de référence est intégrée par le second moyen d'intégration et la valeur intégrée est utilisée en tant que valeur de comparaison, pour décider si l'état des décharges électriques de la machine d'usinage par décharges électriques désigne une impulsion de décharge électrique normale ou une impulsion de décharge électrique anormale, par exemple, une impulsion de décharge électrique formant un arc. Il est alors possible d'effectuer un ajustage précis de la valeur de référence.

La grandeur d'une composante haute fréquence, qui est obtenue par intégration dans le temps dans le premier moyen d'intégration, est la grandeur de la composante redressée obtenue en redressant la composante haute fréquence. Ainsi, il est possible de diminuer la variation de la valeur intégrée, car la grandeur de la composante redressée, obtenue en redressant la composante haute fréquence, est intégrée dans le temps.

L'invention peut en outre être mise en œuvre par un dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques comportant: un moyen de détection d'une composante haute fréquence pour détecter une composante haute fréquence superposée à une tension de décharge électrique ou à un courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner; un moyen redresseur pour fournir une composante redressée obtenue en redressant la composante haute fréquence détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; un premier moyen d'intégration pour intégrer dans le temps, la grandeur de la composante redressée fournie par le moyen redresseur; un moyen de fourniture d'une tension de référence, pour fournir la tension de référence; un second moyen d'intégration pour intégrer dans le temps la grandeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence; un moyen d'arrêt de l'intégration pour arrêter l'intégration dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration, uniquement pendant un temps prédéterminé sur la base du fonctionnement d'un élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant d'une source de courant d'usinage; un moyen de commande pour la commande du démarrage et de l'arrêt de l'intégration dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration; et un moyen comparateur pour comparer une valeur intégrée délivrée par le premier moyen d'intégration avec une valeur intégrée délivrée par le second moyen d'intégration, qui sont commandés par le moyen de commande.

La composante haute fréquence, qui est superposée à la tension de décharge électrique ou au

courant de décharge électrique dans l'espace de travail entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence. La composante haute fréquence est redressée par le moyen redresseur et la grandeur de la composante redressée produite est intégrée dans le temps, par le premier moyen d'intégration. Par ailleurs, la grandeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence est intégrée dans le temps par le second moyen d'intégration. Les intégrations dans le premier moyen d'intégration et dans le second moyen d'intégration sont arrêtées par le moyen d'arrêt des intégrations uniquement pendant une période prédéterminée de temps, sur la base du fonctionnement de l'élément commutateur utilisé pour la commande du courant de la source de courant d'usinage. La période prédéterminée de temps est ajustée à la durée dans le temps de la tension de pointe produite à ce moment, et les facteurs d'erreur de la valeur intégrée sont éliminés en arrêtant l'intégration comme ci-dessus. Ici, le démarrage et l'arrêt du premier moyen d'intégration et du second moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. La valeur intégrée du premier moyen d'intégration est comparée à la valeur intégrée du second moyen d'intégration, à l'aide du moyen comparateur. De cette manière, l'opération d'intégration est arrêtée uniquement pendant une période prédéterminée de temps synchronisée avec le fonctionnement de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de la source de courant d'usinage, de sorte qu'il est possible d'éliminer l'influence des perturbations et d'arriver à une détection précise de l'état des décharges électriques.

Le dispositif de détection de l'état des décharges électriques de l'invention peut également comprendre: un moyen de détection d'une composante haute fréquence pour détecter une composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner; un moyen redresseur pour fournir une composante redressée obtenue en redressant la composante haute fréquence détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; un moyen de fourniture d'une tension de référence pour fournir la tension de référence; un moyen de fourniture d'une différence pour fournir une différence entre la composante redressée fournie par le moyen redresseur et la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence; un moyen d'intégration pour intégrer dans le temps, la différence fournie par le moyen de fourniture d'une différence; un moyen d'arrêt de l'intégration pour arrêter l'intégration dans le moyen d'intégration uniquement pendant une durée prédéterminée de temps, sur la base du fonctionnement d'un élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant d'une source de courant d'usinage; un moyen de commande pour commander le démarrage et l'arrêt de l'intégration dans le premier moyen d'intégration; et des moyens comparateurs pour comparer une valeur intégrée déli-

vrée par le moyen d'intégration, qui est commandé par le moyen de commande, avec une valeur de référence prédéterminée.

La composante haute fréquence, qui est superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par un moyen de détection d'une composante haute fréquence. La composante haute fréquence est redressée par le moyen redresseur et la différence entre la composante redressée produite et la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence est fournie par le moyen de fourniture d'une différence de tension et elle est intégrée dans le temps par le moyen d'intégration. L'intégration dans le moyen d'intégration est arrêtée par le moyen d'arrêt de l'intégration, uniquement pendant une période prédéterminée de temps sur la base du fonctionnement d'un élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant dans la source de courant d'usinage. La période prédéterminée de temps est ajustée à la durée de la tension de pointe, produite à ce moment, et les facteurs d'erreur de la valeur intégrée sont éliminés en arrêtant l'intégration comme ci-dessus. Ici, le démarrage et l'arrêt du moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. La valeur intégrée du moyen d'intégration est comparée à la valeur de référence 0 par le moyen comparateur. De cette manière, la différence entre la composante redressée d'une composante haute fréquence et la tension de référence est intégrée dans le temps et comparée avec la valeur de référence, si bien qu'il est possible de diminuer le nombre de moyens d'intégration et de moyens d'arrêt de l'intégration, pour arrêter l'intégration uniquement pendant une période prédéterminée de temps, ce qui simplifie la configuration du circuit.

En outre, le dispositif de détection de l'état des décharges électriques de l'invention peut comprendre: un moyen de détection d'une composante haute fréquence pour détecter une composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans un espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner; un moyen redresseur pour fournir une composante redressée obtenue en redressant la composante haute fréquence détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; un premier moyen d'intégration pour intégrer dans le temps la composante redressée fournie par le moyen redresseur; un moyen de fourniture d'une tension de référence pour fournir la tension de référence; un second moyen d'intégration pour intégrer dans le temps la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence; un moyen d'arrêt de l'intégration pour arrêter les intégrations dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration uniquement pendant un temps prédéterminé sur la base du fonctionnement d'un élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant d'une source de courant d'usinage; un moyen de changement de temps pour changer une durée de temps prédéterminée, pour arrêter l'intégration dans le moyen d'ar-

rêt de l'intégration, conformément à une grandeur de la valeur du courant d'usinage; un moyen de commande pour commander le démarrage et l'arrêt des intégrations dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration; et un moyen comparateur pour comparer une valeur intégrée délivrée par le premier moyen d'intégration avec une valeur intégrée délivrée par le second moyen d'intégration, qui sont commandés par le moyen de commande.

La composante haute fréquence, qui est superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence. La composante haute fréquence est redressée par le moyen redresseur et la grandeur de la composante redressée produite est intégrée dans le temps par le premier moyen d'intégration. La grandeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence est intégrée dans le temps par le second moyen d'intégration. Les intégrations, dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration sont arrêtées par le moyen d'arrêt de l'intégration, uniquement pendant une période prédéterminée de temps sur la base du fonctionnement d'un élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant dans la source de courant d'usinage. La durée de la période prédéterminée de temps pendant laquelle les intégrations sont arrêtées par le moyen d'arrêt des intégrations est changée par le moyen de changement de temps, en fonction de la grandeur de la valeur du courant d'usinage. La période prédéterminée de temps est ajustée correctement à la durée du temps de la tension de pointe produite selon la grandeur de la valeur du courant d'usinage, et les facteurs d'erreur dans la valeur intégrée sont éliminés en arrêtant les intégrations comme ci-dessus. Ici, le démarrage et l'arrêt du premier moyen d'intégration et du second moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. La valeur intégrée par le premier moyen d'intégration est comparée avec la valeur intégrée par le second moyen d'intégration dans le moyen comparateur. De cette manière, une limite de temps de masquage est changée, selon la valeur du courant d'usinage, de sorte qu'il est possible d'éliminer d'une manière sûre l'influence des perturbations et d'effectuer une détection précise de l'état des décharges électriques.

En outre, l'invention peut être mise en œuvre avec un dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, comportant: un moyen de détection d'une composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans un espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner; un moyen redresseur de fourniture d'une composante redressée obtenue en redressant la composante haute fréquence détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; un moyen de comptage pour compter un nombre d'impulsions

de décharge électrique continues; un premier moyen d'intégration pour intégrer dans le temps la grandeur de la composante redressée fournie par le moyen redresseur et l'ajouter uniquement pour le nombre d'impulsions de décharge électrique comptées par le moyen de comptage; un moyen de fourniture d'une tension de référence pour fournir la tension de référence; un second moyen d'intégration pour intégrer dans le temps la grandeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence et l'ajouter uniquement pour le nombre d'impulsions de décharge électrique comptées par le moyen de comptage; un moyen de commande pour la commande du démarrage et de l'arrêt de l'intégration dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration; et un moyen comparateur pour comparer une valeur intégrée délivrée par le premier moyen d'intégration avec une valeur intégrée délivrée par le second moyen d'intégration, qui sont commandés par ledit moyen de commande.

La composante haute fréquence, qui est superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence. La composante haute fréquence est redressée par le moyen redresseur. La grandeur de la composante redressée produite est intégrée dans le temps par le premier moyen d'intégration et ajoutée uniquement pour le nombre d'impulsions de décharge électrique continues, comptées par le moyen de comptage. En outre, la grandeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence est intégrée dans le temps par le second moyen d'intégration et ajoutée uniquement pour le nombre d'impulsions de décharge électrique continues, comptées par le moyen de comptage. Ici, le démarrage et l'arrêt de l'intégration par le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. La valeur intégrée délivrée par le premier moyen d'intégration est comparée avec la valeur intégrée délivrée par le second moyen d'intégration, dans le moyen comparateur. De cette manière, les composantes haute fréquence sont intégrées dans le temps pour les impulsions de décharge électrique continues, de sorte qu'il est possible d'effectuer une détection précise de l'état des décharges électriques, même lorsque la largeur des impulsions de décharge électrique est faible.

La fig. 1 est un schéma de circuit illustrant la configuration du dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, réalisé selon une première forme d'exécution de la présente invention.

La fig. 2 est un schéma de circuit montrant la construction d'un dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, selon une seconde forme d'exécution de la présente invention.

La fig. 3 est un schéma de circuit montrant la configuration d'un circuit pour fournir les limites du

temps de masquage dans le dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, selon la seconde forme d'exécution de la présente invention.

La fig. 4 est un diagramme montrant en fonction du temps les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie des parties principales de la fig. 2.

La fig. 5 est un schéma de circuit montrant la construction d'un dispositif de détection de l'état des décharges électriques d'une machine d'usinage par décharges électriques selon une troisième forme d'exécution de la présente invention.

La fig. 6 est un schéma de circuit montrant la configuration du dispositif de détection de l'état des décharges électriques d'une machine d'usinage par décharges électriques, selon une quatrième forme d'exécution de la présente invention.

La fig. 7 est un tableau de données montrant une valeur de courant d'usinage obtenue par un circuit pour fournir des limites du temps de masquage et un signal pour changer l'intervalle de temps correspondant à l'intervalle du temps de masquage, dans un dispositif de détection de l'état des décharges électriques, d'une machine d'usinage par décharges électriques, selon une quatrième forme d'exécution de la présente invention.

La fig. 8 est un schéma de circuit montrant la configuration du circuit pour fournir les limites du temps de masquage dans le dispositif de détection de l'état des décharges électriques d'une machine d'usinage par décharges électriques, selon une quatrième forme d'exécution de la présente invention.

La fig. 9 est un schéma de circuit montrant la configuration d'un dispositif de détection de l'état des décharges électriques, pour une machine d'usinage par décharges électriques, selon une cinquième forme d'exécution de la présente invention.

La fig. 10 est un diagramme montrant en fonction du temps les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie des parties principales de la fig. 9.

La fig. 11 est un schéma de circuit montrant la configuration d'un dispositif usuel de détection de l'état des décharges électriques d'une machine d'usinage par décharges électriques.

La fig. 12 est un diagramme montrant en fonction du temps les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie des parties principales de la fig. 11.

Les fig. 14a et 13b sont des diagrammes montrant en fonction du temps la relation entre la forme d'onde de la tension de décharge électrique et une valeur de sortie intégrée dans le cas où l'on choisit la même valeur du courant d'usinage, dans le dispositif usuel de détection de l'état des décharges, pour une machine d'usinage par décharges électriques.

La fig. 14 est un tableau de données montrant la relation entre une largeur d'impulsion T_{on} et la tension de référence V_{ref} , dans le dispositif usuel de détection de l'état des décharges électriques, pour une machine d'usinage par décharges électriques.

La fig. 15 est un schéma de circuit montrant les détails d'une source de courant d'usinage, dans le dispositif usuel de détection de l'état des décharges électriques, pour une machine d'usinage par décharges électriques.

La fig. 16 est un diagramme montrant en fonction du temps les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie des parties principales de la fig. 15.

La fig. 17 est un diagramme montrant en fonction du temps les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie des parties principales, lorsqu'on utilise une source de courant du type réactance, dans un dispositif de détection de l'état des décharges électriques, pour une machine d'usinage par décharges électriques, représentée sur la fig. 11.

L'invention est décrite sur la base de formes d'exécution illustratives.

La fig. 1 est un schéma de circuit illustrant la configuration d'un dispositif de détection de l'état des décharges électriques d'une machine d'usinage par décharges électriques, réalisé selon une première forme d'exécution de la présente invention. Une structure pareille à celle du dispositif susmentionné de l'art antérieur ou des portions correspondantes sont désignées par les mêmes chiffres et lettres de référence.

Sur la fig. 1, le chiffre de référence 2 désigne une électrode de la machine d'usinage par décharges électriques et le chiffre de référence 3 désigne une pièce à usiner. Un espace d'usinage est formé entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. Le chiffre de référence 1 désigne une source de courant d'usinage de la machine d'usinage par décharges électriques; une tension de décharge électrique en forme d'impulsion est appliquée à l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3, depuis la source 1 de courant d'usinage. Le chiffre de référence 4 désigne un filtre passe-haut pour détecter une composante haute fréquence de la tension de décharge électrique, le chiffre de référence 5 désigne un circuit redresseur pour redresser la composante haute fréquence provenant du filtre passe-haut 4 et un signal de sortie redressé vrec est fourni par le circuit redresseur 5. Le chiffre de référence 6 désigne un circuit de détection de la production des décharges électriques dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. Le circuit de détection 6 de la production des décharges électriques est constitué d'un circuit de détection 60 de la tension de décharge électrique pour détecter la tension de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3, et d'un circuit de détection 61 du courant de décharge électrique, pour détecter un courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3.

Les signaux obtenus fournis par le circuit de détection 60 de la tension de décharge électrique et le circuit de détection 61 du courant de décharge électrique du circuit 6 de détection des décharges électriques sont fournis à un circuit logique 62. Le chiffre de référence 7 désigne un circuit à retard qui est composé d'un circuit 70 à constante de temps pour mesurer une constante de temps tH du filtre passe-haut 4 et du circuit logique 72. Un signal de sortie 63 du circuit logique 62 est fourni au circuit 70 à constante de temps et au circuit logique 72 du circuit à retard 7. Le signal de sortie 71 du circuit 70 à constante de temps est fourni au circuit

logique 72. Le chiffre de référence 8 désigne un circuit d'intégration constitué d'un amplificateur opérationnel 80, d'un condensateur C1 connecté entre la borne d'entrée inverseuse (-) et la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel 80 et d'une résistance R1 connectée en série entre la borne de sortie du circuit redresseur 5 et la borne d'entrée inverseuse (-) de l'amplificateur opérationnel 80. La borne d'entrée non inverseuse (+) de l'amplificateur opérationnel 80 est connectée à la masse.

Le chiffre de référence 9 désigne un circuit de remise à zéro constitué d'un transistor ayant un collecteur et un émetteur, connectés aux deux bornes du condensateur C1. Le signal de sortie 73 du circuit logique 72 du circuit à retard 7 est fourni à la borne de la base du transistor du circuit de remise à zéro 9. Le chiffre de référence 10 est un comparateur. Une valeur de sortie intégrée Vint, qui est un signal fourni par l'amplificateur opérationnel 80 du circuit d'intégration 8, est fourni à la borne d'entrée inverseuse (-) du comparateur 10.

Le chiffre de référence 40 désigne un circuit de fourniture de la tension de référence, le chiffre de référence 8B désigne un circuit d'intégration. Le circuit d'intégration 8B a une configuration similaire à celle du circuit d'intégration 8, et il est constitué d'un amplificateur opérationnel 80B, d'un condensateur C1B connecté entre la borne d'entrée inverseuse (-) et la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel 80B et d'une résistance R1B connectée en série entre la borne de sortie du circuit 40 de fourniture de la tension de référence et la borne d'entrée inverseuse (-) de l'amplificateur opérationnel 80B. La tension de référence vref du circuit 40 de fourniture de la tension de référence est appliquée à la résistance R1B du circuit d'intégration 8B. En outre, le chiffre de référence 9B désigne un circuit de remise à zéro. Le circuit de remise à zéro 9B a une configuration similaire à celle du circuit de remise à zéro 9 et il est constitué d'un transistor ayant un collecteur et un émetteur connectés entre les deux bornes du condensateur C1B. Le signal de sortie 73 du circuit logique 72 du circuit à retard 7 est fourni à une base du transistor du circuit de remise à zéro 9B. Une valeur intégrée VintB, qui est le signal fourni par l'amplificateur opérationnel 80B du circuit d'intégration 8B est appliquée à la borne d'entrée non inverseuse (+) du comparateur 10.

La tension de référence Vref des fig. 11 et 12 dans le dispositif susmentionné de l'art antérieur et la tension de référence vref fournie par le circuit 40 de fourniture de la tension de référence sur la fig. 1, c'est-à-dire dans un dispositif de la présente invention, présentent une relation explicitée par l'équation suivante (2):

$$V_{ref} = v_{ref} \times T_{on} / (R1B \times C1B) \quad (2)$$

Par conséquent, la valeur de sortie intégrée VintB, qui est obtenue en intégrant dans le temps la tension de référence vref dans le circuit d'intégration 8B devient la tension de référence Vref indiquée par l'équation (2). La valeur de sortie intégrée Vint d'une composante haute fréquence et la valeur

de sortie intégrée VintB de la tension de référence vref sont comparées l'une avec l'autre dans le circuit comparateur 10. Lorsque la valeur de sortie intégrée Vint est supérieure à la valeur de sortie intégrée VintB, le signal fourni est «0» et on considère qu'il s'agit d'une impulsion de décharge électrique normale. Lorsque la valeur de sortie intégrée Vint est inférieure à la valeur de sortie intégrée VintB, on considère que l'impulsion de décharge électrique est anormale, comme dans le cas d'une impulsion de décharge électrique correspondant à un arc.

Une commande par rétroaction utilisant les signaux fournis par le circuit comparateur 10 est décrite ci-après.

Sur la fig. 1, le chiffre de référence 110 désigne un circuit pour évaluer si une décharge électrique est anormale, qui détecte une impulsion de décharge électrique anormale, telle qu'une impulsion de décharge électrique correspondant à un arc, qui serait causée par un espace d'usinage inadéquat, ou similaire. Lorsque le circuit comparateur 10 génère un signal «1» à un moment prédéterminé et que le circuit 110 pour déterminer si une décharge est anormale détermine que l'impulsion de décharge électrique est anormale, ce nombre est compté par le compteur CT1 réalisé comme circuit intégré. Le chiffre de référence 120 désigne un circuit pour déterminer si une décharge électrique est normale, qui détecte une impulsion de décharge électrique normale. Lorsque le circuit comparateur 10 génère un signal «0» à un moment prédéterminé et que le circuit 120 pour déterminer si une décharge électrique est normale détermine que l'impulsion de décharge électrique est normale, ce nombre est compté par le compteur CT2, également réalisé comme circuit intégré.

Le compteur CT1 fournit un signal lorsqu'il compte un certain nombre d'impulsions de décharge électrique anormales, par exemple quatre, et le signal est fourni à une borne additionneuse d'un additionneur-soustracteur CT4 qui a dix niveaux, allant de 0 à 9. Le compteur CT2 génère un signal lorsqu'il compte un certain nombre d'impulsions de décharge électrique normales, par exemple huit, et le signal est fourni à une borne d'entrée des signaux d'effacement du compteur CT3. Le compteur CT3 génère un signal lorsque les signaux fournis par le compteur CT2 atteignent, par exemple, huit ou seize. Ce signal est fourni à la borne additionneuse de l'additionneur-soustracteur CT4. Le signal fourni par le compteur CT1 est fourni à la borne d'entrée des signaux d'effacement du compteur CT3.

Chacun des compteurs CT1, CT2 et CT3 est réalisé de manière à effacer la valeur comptée lorsque celle-ci atteint une valeur prédéterminée. Pratiquement, lorsque le compteur CT1 compte un nombre d'impulsions de décharge électrique anormales égal à quatre avant que le compteur CT2 ne compte huit impulsions de décharges normales, le nombre enregistré par l'additionneur-soustracteur CT4 augmente d'une unité et le nombre enregistré dans le compteur CT3 est effacé. Ici, si le compteur CT1 ne compte pas jusqu'à quatre durant chaque huit comptages du compteur CT2, alors que le compteur CT2 compte huit fois ou seize fois pour les huit

comptages, le compteur CT3 fournit un signal de sortie et le nombre enregistré par l'additionneur-soustracteur CT4 diminue par un.

Le chiffre de référence 130 désigne une borne d'entrée de signaux d'effacement de l'additionneur-soustracteur CT4, DS désigne un commutateur numérique pour déterminer manuellement une valeur de comptage souhaitée pour l'additionneur-soustracteur CT4, autre que 0 ou 9, D désigne un décodeur pour fournir un signal à une de ses bornes de sortie entre 0 à 9, qui correspond au nombre compté par l'additionneur-soustracteur CT4 et le chiffre de référence 140 désigne une unité de réglage des conditions d'usinage par décharges électriques qui a dix niveaux de réglage allant de 0 à 9 pour une distance de séparation d'un mouvement alternatif et un cycle d'un mouvement alternatif (ou un temps d'usinage par décharges électriques sur une courte distance). Dans l'unité de réglage 140 des conditions d'usinage par décharges électriques, on met en œuvre un N-ième niveau des conditions d'usinage par décharges électriques, qui est choisi pour correspondre à une sortie du décodeur D. Ensuite, une borne 150a entre un signal d'une impulsion montante à l'électrode, qui a une largeur d'impulsion appropriées pour assurer une distance de séparation prédéterminée à un cycle fixe prédéterminé, dans une unité de servocommande 150, de sorte que l'électrode 2 est actionnée par la servocommande sur la pièce à usiner 3.

Le niveau utilisé de l'unité de réglage 140 des conditions d'usinage par décharges électriques n'est pas changé aussi longtemps que le compteur CT1 ou que le compteur CT3 fournit un signal pour augmenter ou diminuer et changer le nombre compté par l'additionneur-soustracteur CT4. En outre, des signaux d'une largeur d'impulsion prédéterminée sont fournis d'une manière répétée par l'unité de servocommande 150 pour faire en sorte que le niveau utilisé effectue une opération d'ouverture par une distance d'ouverture prédéterminée, à un cycle prédéterminé.

Avec une telle structure, lorsque le circuit 110 pour déterminer si une décharge électrique est anormale compte quatre impulsions de décharge électrique anormales ou davantage dans le compteur CT1 durant une période de temps prédéterminée, c'est-à-dire pendant que le compteur CT2 compte huit impulsions de décharge électrique normales, l'unité de réglage 140 des conditions d'usinage par décharges électriques, qui peut régler la distance d'ouverture pour le mouvement alternatif en deux étapes ou davantage, masque une unité du nombre compté par l'additionneur-soustracteur CT4, en commutant ainsi l'unité de réglage 140 des conditions d'usinage pour que la distance d'ouverture soit élargie ou rallongée.

Par contre, dans le cas d'une commutation de l'unité de réglage 140 des conditions d'usinage par décharges électriques pour raccourcir la distance d'ouverture, l'unité de réglage 140 des conditions d'usinage, par décharges électriques est commutée pour augmenter la distance d'ouverture après avoir effacé le compteur CT3, c'est-à-dire après la sortie du compteur CT1. Ensuite, un signal de soustrac-

tion est fourni à l'additionneur-soustracteur CT4, de manière à le faire fonctionner pour diminuer d'une unité le nombre compté, à moins que le circuit 110 pour déterminer si une décharge électrique est anormale ne compte quatre impulsions de décharge électrique anormales, ou davantage, par le compteur CT1, à un moment quelconque, durant une période de temps dépassant la période de temps prédéterminée, c'est-à-dire pendant que le compteur CT3 compte entre une fois ou plus et huit ou seize fois pour huit comptages d'impulsions de décharge électrique normales, qui sont comptées par le compteur CT2. Ainsi, il n'y a pas d'impulsions de décharge électrique anormales du tout et la distance d'ouverture pour le mouvement alternatif est changée et maintenue dans un état tel qu'un usinage de table est possible par impulsions de décharge électrique normales.

Comme décrit ci-dessus, la présente forme d'exécution du dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques comprend: le moyen de détection d'une composante haute fréquence composé du filtre passe-haut pour détecter une composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3; le premier moyen d'intégration composé d'un circuit d'intégration 8 pour intégrer dans le temps, la grandeur d'une composante haute fréquence détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; le moyen de fourniture d'une tension de référence composé du circuit 40 de fourniture de la tension de référence vref; le second moyen d'intégration composé du circuit d'intégration 8B pour intégrer dans le temps la grandeur de la tension de référence vref fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence; le moyen de commande pour la commande du démarrage et de l'arrêt des intégrations du premier moyen d'intégration et du second moyen d'intégration, comportant le circuit de détection 6 de la production des décharges électriques, le circuit logique 62, le circuit à retard 7 et les circuits de remise à zéro 9 et 9B; et le moyen comparateur composé du comparateur 10 pour comparer une valeur intégrée Vint fournie par le premier moyen d'intégration avec une valeur intégrée VintB fournie par le second moyen d'intégration, qui sont commandés par le moyen de commande.

Dans ces conditions, le filtre passe-haut 4 détecte la composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. La grandeur d'une composante haute fréquence est intégrée dans le temps par le circuit d'intégration 8. En outre, la grandeur de la tension de référence vref fournie par le circuit 40 de fourniture de la tension de référence, est intégrée dans le temps par le circuit d'intégration 8B. Ici, le démarrage et l'arrêt des intégrations dans le circuit d'intégration 8 et le circuit d'intégration 8B sont commandés par le circuit de détection 6 de la production des décharges

électriques, le circuit logique 62, le circuit à retard 7 et les circuits de remise à zéro 9 et 9B. La valeur intégrée Vint fournie par le circuit d'intégration 8 est comparée avec la valeur intégrée VintB fournie par le circuit d'intégration 8B, dans le comparateur 10.

De cette manière, la tension de référence vref est intégrée dans le temps par le circuit d'intégration 8B et sa valeur intégrée VintB est utilisée comme valeur de comparaison pour déterminer si l'état des décharges électriques de la machine d'usinage par décharges électriques est celui d'une impulsion de décharge électrique normale ou d'une impulsion de décharge électrique anormale, comme par exemple une impulsion de décharge électrique correspondant à un arc, de sorte que l'on peut procéder à un réglage précis de la valeur de référence.

Dans le dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques selon la présente forme d'exécution, le premier moyen d'intégration, qui est composé du circuit d'intégration 8, utilise la grandeur d'une composante redressée vrec obtenue en redressant la composante haute fréquence par le circuit redresseur 5, en tant que grandeur d'une composante haute fréquence à intégrer dans le temps.

De cette manière, il est possible de diminuer la quantité de variation de la valeur intégrée, car la grandeur de la composante redressée vrec, obtenue en redressant la composante haute fréquence, est intégrée dans le temps. Par conséquent, il est possible de déterminer correctement s'il s'agit d'une impulsion de décharge électrique normale ou d'une impulsion de décharge électrique anormale, par exemple d'une impulsion de décharge électrique formant un arc.

La fig. 2 est un schéma de circuit montrant la construction d'un dispositif de détection de l'état des décharges électriques, pour une machine d'usinage par décharges électriques, construite selon une seconde forme d'exécution de la présente invention. Une structure similaire à celle de la forme d'exécution décrite précédemment ou des parties correspondantes sont identifiées par les mêmes chiffres et lettres de référence, pour éviter leur description détaillée. La configuration du circuit de commande par rétroaction basée sur les signaux fournis par le circuit comparateur 10 est similaire à celle de la forme d'exécution ci-dessus et sa description sera également omise.

Sur la fig. 2, un commutateur 30 est agencé entre le circuit redresseur 5 et le circuit d'intégration 8, pour commander l'entrée du signal de sortie vrec, qui est redressé par le circuit redresseur 5, dans le circuit d'intégration 8. Par ailleurs, un commutateur 30B est disposé entre le circuit 40 de fourniture de la tension de référence et le circuit d'intégration 8B de manière à commander la fourniture de la tension de référence vref depuis le circuit 40 de fourniture de la tension de référence, au circuit d'intégration 8B. Les commutateurs 30 et 30B ont pour fonction d'arrêter les opérations d'intégration des circuits d'intégration 8 et 8B, cette fonction étant appelée masquage dans la suite. S1 a la même signification que S1 de la fig. 16, en l'occur-

rence c'est un signal indiquant l'état fermé/ouvert des éléments commutateurs internes utilisés pour la commande de la source de courant 1 de décharge électrique. Le chiffre de référence 50 désigne un circuit de détermination des limites du temps de masquage, pour fournir un intervalle de temps de masquage m1 au moment de la fermeture de l'élément commutateur de commande du courant. Le chiffre de référence 50s désigne le signal de sortie qu'il fournit. Le chiffre de référence 51 désigne un circuit de détermination des limites du temps de masquage pour fournir un intervalle de temps de masquage m2, au moment de l'ouverture de l'élément commutateur de commande du courant. Le chiffre de référence 51s désigne le signal de sortie qu'il fournit. Le chiffre de référence 52 désigne un circuit logique qui génère le signal de sortie 53 inversé par la logique OU du signal de sortie 50s du circuit 50 de détermination des limites du temps de masquage et du signal de sortie 51s du circuit 51 de détermination des limites du temps de masquage. Le chiffre de référence 54 désigne un circuit logique qui fournit un signal de sortie 55 par une logique ET à partir du signal de sortie 63 du circuit logique 62 et du signal de sortie 53 du circuit logique 52. Le signal de sortie 55, fourni par ce circuit logique 54 commande des commutateurs 30 et 30B. Lorsque le signal produit 55 est au niveau H, les commutateurs 30 et 30B sont ouverts et, par contre, lorsque le signal produit 55 est au niveau L, les commutateurs 30, 30B sont fermés.

Les circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage, représentés sur la fig. 2, peuvent être constitués des multivibrateurs monostables 500 et 510 représentés sur la fig. 3 par exemple.

Le multivibrateur monostable 500 produit un intervalle prédéterminé de temps de masquage m1 qui est déterminé par une constante de circuit d'une résistance R500 et d'un condensateur C500, au moment de la montée d'un signal S1 (fermeture). Le multivibrateur monostable 510 produit un intervalle prédéterminé de temps de masquage m2 qui est déterminé par la constante de circuit d'une résistance R510 et d'un condensateur C510, au moment de la chute d'un signal S2 (ouverture).

Le fonctionnement sera maintenant décrit en rapport avec la fig. 4.

La fig. 4 est un diagramme montrant en fonction du temps les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie des parties principales de la fig. 2.

Les mêmes parties que celles de la fig. 17, qui désignent les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie du dispositif de l'art antérieur ou les parties correspondantes, sont identifiées par les mêmes chiffres et lettres de référence, pour éviter leur description.

La lettre de référence A dans la fig. 4 désigne une forme d'onde de décharge électrique. B dans la fig. 4 désigne la forme d'onde d'un signal fourni par le filtre passe-haut 4. 1 dans la fig. 4 désigne la forme d'onde du signal fourni par le circuit logique 72. S1 dans la fig. 4 désigne la forme d'onde du signal fourni par l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de décharge électri-

que dans la source 1 de courant d'usinage. M1 dans la fig. 4 désigne une forme d'onde du signal de sortie du circuit 50 de détermination des limites du temps de masquage, qui fournit un signal de masquage présentant un intervalle de temps de masquage m1 au moment de la montée, soit la fermeture de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de décharge électrique. M2 dans la fig. 4 désigne une forme d'onde du signal de sortie du circuit 51 de détermination des limites du temps de masquage. Le circuit 51 de détermination des limites du temps de masquage fournit un signal de masquage ayant une durée m2 entre les limites, au moment de la chute, soit l'ouverture de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande de la source 1 de courant d'usinage. L'intervalle de temps de masquage m1 est ajusté à une valeur supérieure à l'intervalle de temps b1 de la tension de pointe 24 et l'intervalle de temps de masquage m2 est ajusté à une valeur supérieure à celle de l'intervalle de temps b2 de la tension de pointe 24. La lettre de référence F de la fig. 4 désigne la forme d'onde de sortie obtenue en intégrant dans le temps le signal de sortie vrec du circuit redresseur 5 par le circuit d'intégration 8. La lettre de référence G de la fig. 4 désigne une forme d'onde de sortie obtenue en intégrant dans le temps par le circuit d'intégration 8, le signal de référence vref du circuit 40 de fourniture de la tension de référence. Les opérations d'intégration des circuits d'intégration 8 et 8B sont arrêtées durant les intervalles de temps de masquage m1 et m2 et la forme d'onde intégrée conserve sa valeur durant ces intervalles de temps.

Comme cela ressort de F de la fig. 4, l'influence de la tension de pointe 24 est éliminée complètement et il n'y a aucune détection erronée, comme représenté par Vint2 en F à la fig. 17. L'opération d'intégration de la tension de référence est également arrêtée durant l'opération d'intégration pour le circuit redresseur, et il n'y a aucune erreur dans la décision qu'il s'agit d'une impulsion de décharge électrique normale ou d'une impulsion de décharge électrique anormale, telle qu'une impulsion de décharge électrique correspondant à un arc, au stade de la prise de décision par le comparateur 10.

La présente forme d'exécution du dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques comprend donc: le moyen de détection d'une composante haute fréquence comportant le filtre passe-haut 4 pour détecter une composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace l'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3; le moyen redresseur comportant le circuit redresseur 5 pour fournir la composante redressée vrec obtenue en redressant la composante haute fréquence détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; le premier moyen d'intégration comportant un circuit d'intégration 8 pour intégrer dans le temps, la grandeur de la composante redressée vrec, fournie par le moyen redresseur; le moyen de fourniture d'une

tension de référence comportant le circuit 40 de fourniture de la tension de référence pour fournir la tension de référence vref; le second moyen d'intégration comportant le circuit d'intégration 8B pour intégrer dans le temps, la grandeur de la tension de référence vref fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence; le moyen d'arrêt de l'intégration comportant les circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage, les circuits logiques 52 et 54, et les commutateurs 30 et 30B, pour arrêter les intégrations dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration, uniquement pendant les temps prédéterminés m1 et m2, en fonction de la fermeture et de l'ouverture de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de la source 1 de courant d'usinage; le moyen de commande, comportant le circuit 6 pour détecter la production des décharges électriques, le circuit logique 62, le circuit à retard 7 et les circuits de remise à zéro 9 et 9B, pour assurer la commande du démarrage et de l'arrêt des intégrations dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration; et le moyen comparateur comportant le comparateur 10 pour comparer la valeur intégrée Vint fournie par le premier moyen d'intégration et la valeur intégrée Vintb fournie par le second moyen d'intégration, qui sont commandés par le moyen de commande.

Conséquemment, le filtre passe-haut 4 détecte la composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique, dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. La composante haute fréquence est redressée par le circuit redresseur 5 et la grandeur de la composante redressée vrec produite est intégrée dans le temps par le circuit d'intégration 8. La grandeur de la tension de référence vref fournie par le circuit 40 de fourniture de la tension de référence est intégrée dans le temps, par le circuit d'intégration 8B. En utilisant les circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage, les circuits logiques 52 et 54 et les commutateurs 30 et 30B, les intégrations dans le circuit d'intégration 8 et dans le circuit d'intégration 8B sont arrêtées uniquement pendant des temps prédéterminés m1 et m2 qui dépendent des opérations de fermeture et d'ouverture de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de la source 1 de courant d'usinage. Le démarrage et l'arrêt des intégrations dans le circuit d'intégration 8 et dans le circuit d'intégration 8B sont commandés par le circuit 6 pour détecter la production des décharges électriques, le circuit logique 62, le circuit à retard et les circuits de remise à zéro 9 et 9B. La valeur intégrée Vint fournie par le circuit d'intégration 8 et la valeur intégrée Vintb fournie par le circuit 8B sont comparées l'une à l'autre dans le comparateur 10.

Conséquemment, l'opération d'intégration est arrêtée uniquement pendant les temps prédéterminés m1 et m2 d'une manière synchronisée avec le fonctionnement de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de la source 1 de courant d'usinage, de sorte que l'influence des per-

turbations peut être éliminée et une détection précise de l'état des décharges électriques peut être obtenue.

La fig. 5 est un schéma de circuit montrant la structure d'un dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, réalisé selon une troisième forme d'exécution de la présente invention. La structure est similaire à celle des formes d'exécution précédentes et les parties correspondantes sont identifiées par les mêmes chiffres et lettres de référence, pour éviter leur description détaillée.

La configuration du circuit de commande par rétroaction utilisant les signaux fournis par le circuit comparateur 10 est similaire à celle de la forme d'exécution ci-dessus et, par conséquent, sa description sera omise.

Sur la fig. 5, le chiffre de référence 35 désigne un circuit pour fournir un signal de différence 37 qui est la différence entre le signal vrec fourni par le circuit redresseur 5 et la tension de référence vref du circuit 40 de fourniture de la tension de référence. Le signal de sortie 37 du circuit 35 de fourniture d'un signal de différence est coupé du circuit d'intégration 8 après que l'on ait fait fonctionner le commutateur 30, uniquement pendant les intervalles de temps de masquage m1 et m2, comme dans la seconde forme d'exécution, ce qui provoque l'arrêt de l'opération d'intégration dans le circuit d'intégration 8.

Dans ce cas, dans la seconde forme d'exécution, la valeur Vint qui est obtenue par intégration dans le temps du signal vrec fourni par le circuit redresseur 5 et la valeur VintB qui est obtenue en intégrant dans le temps, la tension de référence vref appliquée par le circuit 40 de fourniture de la tension de référence, sont comparées l'une à l'autre par le comparateur 10. Ensuite, on détermine si l'impulsion de décharge est une impulsion de décharge électrique normale ou une impulsion de décharge électrique anormale, telle qu'une impulsion de décharge électrique correspondant à un arc. Ainsi, il est nécessaire de prévoir des commutateurs 30 et 30B, des circuits d'intégration 8 et 8B, et des circuits de remise à zéro 9 et 9B, c'est-à-dire deux composants de chaque type. Par contre, dans la présente forme d'exécution, c'est la différence entre le signal vrec fourni par le circuit redresseur 5 et la tension de référence du circuit 40 de fourniture de la tension de référence qui est intégrée dans le temps et, finalement comparée avec la valeur 0 par le comparateur 10. Ensuite, on détermine s'il s'agit d'une impulsion de décharge électrique normale ou d'une impulsion de décharge électrique anormale, telle qu'une impulsion de décharge électrique correspondant à un arc. Cela signifie que, dans la présente forme d'exécution, il est possible de procéder à une détermination similaire à celle de la seconde forme d'exécution préférée de l'invention en n'utilisant qu'un commutateur 30, un circuit d'intégration 8 et un seul circuit de remise à zéro 9.

Comme décrit ci-dessus, la présente forme d'exécution du dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage

par décharges électriques comprend: le moyen de détection d'une composante haute fréquence comportant le filtre passe-haut 4 pour détecter la composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3; le moyen redresseur comportant le circuit redresseur 5 pour fournir la composante redressée vrec obtenue en redressant la composante haute fréquence fournie par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; le moyen de fourniture d'une tension de référence comportant le circuit 40 de fourniture de la tension de référence vref; le moyen de fourniture d'un signal de différence comportant le circuit pour fournir un signal de différence 35 pour calculer la différence entre la composante redressée vrec fournie par le circuit redresseur et la tension de référence vref fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence; le moyen d'intégration comportant le circuit d'intégration 8 pour intégrer le signal de différence fourni par le moyen de fourniture d'un signal de différence; le moyen d'arrêt des intégrations comportant les circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage, les circuits logiques 52 et 54 et le commutateur 30, pour arrêter l'intégration dans le moyen d'intégration, uniquement pendant des temps prédéterminés m1 et m2, qui dépendent des durées de fermeture et d'ouverture de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de la source 1 de courant d'usinage; un moyen de commande comportant le circuit 6 pour détecter la production des décharges électriques, le circuit logique 62, le circuit à retard 7 et le circuit de remise à zéro 9, pour la commande du démarrage et de l'arrêt du moyen d'intégration; et le moyen comparateur comportant le comparateur 10 pour comparer la valeur intégrée Vint fournie par ledit moyen d'intégration et la valeur de référence 0, qui sont commandés par le moyen de commande.

Le filtre passe-haut 4 détecte la composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner. La composante haute fréquence est redressée par le circuit redresseur 5 et la différence entre la composante de sortie redressée vrec et la tension de référence vref, fournie par le circuit 40 de fourniture de la tension de référence, est intégrée dans le temps par le circuit d'intégration 8. Les circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage, les circuits logiques 52 et 54 et le commutateur 30 fonctionnent pour arrêter l'intégration du circuit d'intégration 8 uniquement pendant les durées prédéterminées m1 et m2 qui dépendent du temps de fermeture et du temps d'ouverture de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de la source 1 de courant d'usinage. Ici, le démarrage et l'arrêt de l'intégration dans le circuit d'intégration 8 sont commandés par le circuit 6 pour détecter la production des décharges électriques, le circuit logique 62, le circuit à retard 7 et le circuit de remise à zéro 9. Ensuite, la valeur intégrée Vint fournie par le circuit

d'intégration 8 et la valeur de référence 0 sont comparées par le comparateur 10.

Conséquemment, la différence entre la composante redressée vrec d'une composante haute fréquence et la tension de référence vref est intégrée dans le temps, si bien que le nombre de circuits d'intégration 8 et des commutateurs 30 pour arrêter l'intégration pendant les temps prédéterminés m1 et m2 est réduit et la configuration du circuit peut être simplifiée.

La fig. 6 est un schéma de circuit montrant une configuration d'un dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques conformément à une quatrième forme d'exécution de la présente invention. Sur la fig. 6, un circuit 56 pour changer les limites du temps de masquage est ajouté à la seconde forme d'exécution de la fig. 2. La même configuration que celle de la forme d'exécution précédente ou des portions correspondantes sont identifiées par les mêmes lettres et chiffres de référence, et leur description détaillée est omise.

La configuration du circuit de commande par rétroaction basée sur les signaux fournis par le circuit comparateur 10 est similaire à celle de la forme d'exécution ci-dessus et sa description détaillée sera omise.

Sur la fig. 6, on sait que les intervalles de temps b1 et b2 de la tension de pointe 24, désignée par la lettre B de la fig. 4, dépendent de la valeur du courant d'usinage. Le circuit 56 pour changer les limites du temps de masquage qui a reçu la valeur du courant d'usinage, produit les signaux de sortie 57 et 58. Chacun de ces signaux de sortie 57 et 58 est fourni à chacun des circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage. Par exemple, lorsque la valeur du courant d'usinage est élevée, l'intervalle de temps de masquage m1 du circuit 50 de détermination des limites du temps de masquage est augmenté, en fonction du signal de sortie 57 du circuit 56 pour changer les limites du temps de masquage. Par contre, lorsque la valeur du courant d'usinage est faible, l'intervalle de temps de masquage m2 du circuit 51 de détermination des limites du temps de masquage est diminué, en fonction du signal de sortie 58 du circuit 56 pour changer les limites du temps de masquage.

Le circuit 56 pour changer les limites du temps de masquage et les circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage sont décrits en se référant aux fig. 7 et 8. La fig. 7 est une table de données montrant la valeur de courant d'usinage qui est fourni par le circuit de détermination des limites du temps de masquage et le signal pour changer l'intervalle de temps correspondant à l'intervalle du temps de masquage. La fig. 8 est un schéma de circuit montrant une configuration de circuit de détermination des limites du temps de masquage.

Le circuit 56 pour changer les limites du temps de masquage fournit des signaux a1 et a2 pour changer l'intervalle de temps sous forme de signaux de sortie 57 et 58 représentés sur la fig. 6, conformément aux intervalles m1 et m2 de masquage correspondant à la valeur du courant d'usi-

nage à ce moment, tout en utilisant la table de données représentée sur la fig. 7. Par exemple, un signal a1 pour changer l'intervalle de temps est fourni, correspondant à une valeur du courant d'usinage de 1 à 20 ampères (A) et un signal a2 pour

Ces signaux a1 et a2 pour changer les intervalles de temps sont appliqués au circuit 50 de détermination des limites du temps de masquage, comme représenté sur la fig. 8. Le circuit 50 de détermination des limites du temps de masquage est constitué par des multivibrateurs monostables 500 et 501 et le circuit 51 de détermination des limites du temps de masquage est constitué par des multivibrateurs monostables 510 et 511. Le multivibrateur monostable 500 détermine l'intervalle m1 du temps de masquage, qui est une constante de circuit déterminée par une résistance R500 et un condensateur C500 (par exemple de 2 μ s) et il produit un intervalle de temps de masquage de 2 μ s au moment de la montée du signal S1 (fermeture). Le multivibrateur monostable 501 détermine l'intervalle m1 du temps de masquage, qui est une constante de circuit déterminée par une résistance R501 et un condensateur C501 (par exemple de 8 μ s) et produit un intervalle de temps de masquage de 8 μ s au moment de la montée du signal S1 (fermeture). Le multivibrateur monostable 510 détermine l'intervalle du temps de masquage m2 qui est une constante de circuit déterminée par une résistance R510 et un condensateur C510 (par exemple de 4 μ s) et il produit un intervalle de temps de masquage de 4 μ s au moment de la chute du signal S1 (ouverture). Le multivibrateur monostable 511 détermine l'intervalle du temps de masquage m2, qui est une constante de circuit déterminée par une résistance R511 et un condensateur C511 (par exemple 10 μ s) et il produit un intervalle de temps de masquage de 10 μ s au moment de la chute du signal S1 (ouverture).

Comme décrit ci-dessus, la présente forme d'exécution du dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques comprend: le moyen de détection d'une composante haute fréquence comportant le filtre passe-haut 4 pour détecter la composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3; le moyen redresseur comportant un circuit redresseur 5 pour fournir la composante redressée vrec obtenue en redressant la composante haute fréquence détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; le premier moyen d'intégration comportant un circuit d'intégration 8 pour intégrer dans le temps la valeur de la composante redressée vrec fournie par le moyen redresseur; le moyen de fourniture d'une tension de référence comportant le circuit 40 de fourniture de la tension de référence vref; le second moyen d'intégration comportant le circuit d'intégration 8B pour intégrer dans le temps la grandeur de la tension de référence vref fournie par le moyen

pour fournir la tension de référence; le moyen d'arrêt de l'intégration comportant des circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage, les circuits logiques 52 et 54 et les commutateurs 30 et 30B, pour arrêter l'intégration dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration, uniquement pendant les temps prédéterminés m1 et m2, en fonction des temps de fermeture et d'ouverture de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de la source 1 de courant d'usinage; le moyen de changement de temps comportant un circuit 56 changeant les limites du temps de masquage pour changer les durées des temps prédéterminés m1 et m2 pendant lesquels l'intégration est arrêtée par le moyen d'arrêt de l'intégration en fonction de la grandeur de la valeur du courant d'usinage; le moyen de commande comportant un circuit 6 pour détecter la production des décharges électriques, le circuit logique 62, le circuit à retard 7 et les circuits de remise à zéro 9 et 9B, pour la commande du démarrage et de l'arrêt des intégrations par le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration; et le moyen comparateur comportant le comparateur 10 pour comparer la valeur intégrée Vint fournie par le premier moyen d'intégration et la valeur intégrée VintB fournie par le second moyen d'intégration, qui sont commandés par le moyen de commande.

Conséquemment, le filtre passe-haut 4 détecte la composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. La composante haute fréquence est redressée par le circuit redresseur 5 et la grandeur redressée fournie vrec est intégrée dans le temps par le circuit d'intégration 8. Par ailleurs, la grandeur de la tension de référence vrec fournie par le circuit 40 de fourniture de la tension de référence est intégrée dans le temps par le circuit d'intégration 8B. En utilisant les circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage, les circuits logiques 52 et 54 et les commutateurs 30 et 30B, les intégrations dans le circuit d'intégration 8 et dans le circuit d'intégration 8B sont arrêtées uniquement pendant des temps prédéterminés m1 et m2, en fonction du temps de fermeture et du temps d'ouverture de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de la source 1 de courant d'usinage. Dans le circuit 56 pour changer les limites du temps de masquage, les durées prédéterminées de temps m1 et m2 pendant lesquelles les intégrations sont arrêtées par les circuits 50 et 51 de détermination des limites du temps de masquage, les circuits logiques 52 et 54 et les commutateurs 30 et 30B, sont changées en fonction de la grandeur de la valeur du courant d'usinage. Ici, le démarrage et l'arrêt des intégrations par le circuit d'intégration 8 et le circuit d'intégration 8B sont commandés par le circuit de détection de la production des décharges électriques 6, le circuit logique 62, le circuit à retard 7 et les circuits de remise à zéro 9 et 9B. Ensuite, la valeur intégrée Vint fournie par le circuit d'intégration 8 est comparée avec la valeur inté-

grée VintB fournie par le circuit d'intégration 8B, dans le comparateur 10.

Conséquemment, les intervalles de temps prédéterminés m1 et m2 pour la limitation du temps de masquage sont changés en fonction de la grandeur du courant d'usinage, de sorte que l'on peut éliminer d'une manière sûre l'influence des perturbations et détecter avec précision l'état des décharges électriques.

La fig. 9 est un schéma de circuit montrant la configuration du dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques selon une cinquième forme d'exécution de la présente invention. La fig. 10 est un diagramme montrant en fonction du temps les formes d'onde des signaux d'entrée et de sortie de parties principales de la fig. 9. Les mêmes configurations que celles des formes d'exécutions précédentes ou des portions correspondantes sont identifiées par les mêmes chiffres et lettres de référence et leur description détaillée est omise. La configuration du circuit de commande par rétroaction 10 est similaire à celle de la forme d'exécution décrite ci-dessus et sa description sera également omise.

Dans le dispositif de l'art antérieur, lorsque la durée Ton de l'impulsion de décharge électrique de la forme d'onde des décharges électriques dans l'espace entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3 est petite, comme désigné par A sur la fig. 10, la période d'intégration par impulsion de décharge électrique est courte, de sorte que la valeur d'une composante haute fréquence intégrée devient si faible qu'une détection suffisamment précise d'une composante haute fréquence devient difficile.

Au vu de cela, le dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques de la présente invention est agencé comme montré sur la fig. 9.

Le chiffre de référence 30 désigne un commutateur pour séparer un circuit redresseur 5 du circuit d'intégration 8. Le chiffre de référence 30B désigne un commutateur pour séparer le circuit 40 de fourniture de la tension de référence du circuit d'intégration 8B. Le chiffre de référence 75 désigne un compteur pour compter le nombre d'impulsions selon la lettre de référence I dans la fig. 7, qui est une forme d'onde des signaux de sortie 73 du circuit logique 72. Le signal de sortie du compteur 75 est fourni au circuit de remise à zéro 9. Ensuite, par exemple, comme représenté par le signal de sortie 76 du compteur 75 de la fig. 10, lorsque le nombre d'impulsions comptées du signal de sortie 73 du circuit logique 72 atteint quatre, le signal de sortie 76 prend le niveau H. Pendant que le signal de sortie 73 du circuit logique 72 est au niveau H, les commutateurs 30 et 30B sont ouverts et les circuits d'intégration 8 et 8B sont coupés du circuit redresseur 5 et du circuit 40 de fourniture de la tension de référence, de sorte que les opérations d'intégration des circuits d'intégration 8 et 8B sont arrêtées et la valeur intégrée obtenue est conservée. Lorsque le compteur 75 compte les signaux de sortie 73 des circuits logiques 72 correspondant à quatre impulsions de décharges électrique, le signal de sortie 76 du compteur 75 prend le niveau H. En-

suite, les circuits de remise à zéro 9 et 9B remettent à zéro la valeur fournie par les circuits d'intégration 8 et 8B. Cela signifie que dans les fig. 9 et 10, les composantes haute fréquence correspondant à quatre impulsions de décharge électrique sont intégrées dans le temps et que le comparateur 10 compare la sortie intégrée Vint avec la sortie intégrée VintB, qui est obtenue en intégrant dans le temps la tension de référence vref fournie par le circuit 40 de fourniture de la tension de référence, par le circuit d'intégration 8B uniquement pendant la même période de temps, au moment où se termine la quatrième impulsion de décharge électrique. Dans une telle configuration, il est avantageux que le commutateur 30, le compteur 75 et le circuit d'intégration 8B soient ajoutés au dispositif de l'art antérieur représenté sur la fig. 11.

Comme décrit ci-dessus, la présente forme d'exécution du dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques comprend: le moyen de détection d'une composante haute fréquence comportant le filtre passe-haut 4 pour détecter la composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3; le moyen redresseur comportant le circuit redresseur 5 pour fournir la composante redressée vrec obtenue en redressant la composante haute fréquence détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence; le moyen de comptage comportant le compteur 75 pour compter une pluralité d'impulsions de décharge électrique continues; le premier moyen d'intégration comportant un circuit d'intégration 8 pour intégrer dans le temps la valeur de la composante vrec redressée par le moyen redresseur et pour l'ajouter uniquement pendant le nombre d'impulsions de décharge électrique comptées par le moyen de comptage; le moyen de fourniture d'une tension de référence comportant le circuit 40 pour fournir la tension de référence vref; le second moyen d'intégration comportant le circuit d'intégration 8B pour intégrer dans le temps la grandeur de la tension de référence vref fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence et pour l'ajouter uniquement pendant le nombre d'impulsions de décharge électrique comptées par le moyen de comptage; le moyen de commande comportant le circuit 6 de détection de l'état de la production des décharges électriques, le circuit logique 62, le circuit à retard 7 et les circuits de remise à zéro 9 et 9B, pour la commande du démarrage et de l'arrêt des intégrations dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration; et le moyen comparateur comportant le comparateur 10 pour comparer la valeur intégrée Vint fournie par le premier moyen d'intégration et la valeur intégrée VintB fournie par le second moyen d'intégration, qui sont commandés par le moyen de commande.

Conséquemment, le filtre passe-haut 4 détecte la composante haute fréquence superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode 2 et la pièce à usiner 3. La composante

haute fréquence est redressée par un circuit redresseur 5 et la grandeur de la composante redressée produite vrec est intégrée dans le temps par le circuit d'intégration 8 et ajoutée uniquement pendant une pluralité d'impulsions de décharge continues comptées par le compteur 75. Ensuite, la grandeur de la tension de référence vref fournie par le circuit 40 de fourniture de la tension de référence est intégrée dans le temps par le circuit d'intégration 8B et ajoutée uniquement pendant une pluralité d'impulsions de décharge continues, comptées par le compteur 75. Ici, le démarrage et l'arrêt des intégrations dans le circuit d'intégration 8 et le circuit d'intégration 8B sont commandés par le circuit 6 de détection de la production des décharges électriques, le circuit logique 62, le circuit à retard 7 et les circuits de remise à zéro 9 et 9B. Ensuite la valeur intégrée Vint fournie par le circuit d'intégration 8 est comparée avec la valeur intégrée VintB fournie par le circuit d'intégration 8B, dans le comparateur 10.

Conséquemment, la composante haute fréquence d'une pluralité d'impulsions de décharge électrique continues est intégrée dans le temps, de sorte que l'on peut détecter avec précision l'état des décharges électriques même lorsque la durée Ton de l'impulsion de décharge électrique est courte.

Alors que le moyen de détection d'une composante haute fréquence dans chacune des formes d'exécutions précédentes utilise un filtre passe-haut, la présente invention n'est pas limitée à cette version et on peut utiliser n'importe quel dispositif, à condition qu'il permette de détecter la composante haute fréquence de la tension de décharge électrique ou du courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode et la pièce à usiner. Par exemple, un effet similaire peut être obtenu lorsqu'on utilise un filtre à bande passante ayant une caractéristique de filtration passe-haut, pour détecter la composante haute fréquence et couper la gamme de fréquences supérieures.

Alors que l'on a décrit la détection d'une composante haute fréquence de la forme d'onde de la tension de décharge électrique dans chacune des formes d'exécution susmentionnées, il est clair que la présente invention peut être appliquée à une composante haute fréquence d'une forme d'onde du courant de décharge électrique ou d'une forme d'onde correspondant à l'impédance dans l'espace d'usinage.

Bien que l'on ait décrit la forme d'exécution préférée en se référant à des formes d'exécution d'un dispositif, il est entendu que l'on peut également utiliser des formes de mise en œuvre faisant appel à des logiciels.

Par ailleurs, bien que chacune des formes d'exécution préférées ait été décrite dans une machine d'usinage par décharges électriques effectuant des opérations d'usinage, la présente invention n'est pas limitée à cette utilisation et il est évident que la présente invention pourrait également être appliquée, par exemple à une machine d'usinage par décharges électriques coupant des fils métalliques.

Comme décrit ci-dessus, avec le dispositif de détection de l'état des décharges électriques d'une

machine d'usinage par décharges électriques de la première forme d'exécution, la composante haute fréquence qui est superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence. La grandeur d'une composante haute fréquence est soumise à une intégration dans le temps par le premier moyen d'intégration. Par ailleurs, la grandeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence est soumise à une intégration dans le temps par le second moyen d'intégration. Ici, le démarrage et l'arrêt des intégrations par le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. Ensuite, la valeur intégrée délivrée par le premier moyen d'intégration est comparée avec la valeur intégrée délivrée par le second moyen d'intégration, dans le moyen comparateur. De cette manière, la tension de référence est intégrée par le second moyen d'intégration et la valeur intégrée est utilisée comme valeur de comparaison pour déterminer si l'état des décharges électriques de la machine d'usinage par décharges électriques correspond à des impulsions normales des décharges électriques ou à des impulsions anormales des décharges électriques, telles que des impulsions de décharge électrique correspondant à un arc. Il est donc possible d'effectuer un ajustage très précis de la valeur de référence.

La grandeur de la composante haute fréquence, qui est soumise à une intégration dans le temps par le premier moyen d'intégration est la grandeur de la composante redressée obtenue en redressant la composante haute fréquence. Ainsi, il est possible de réduire la grandeur de la variation de la valeur intégrée, car la grandeur de la composante redressée, obtenue en redressant la composante haute fréquence, est intégrée dans le temps. Par conséquent, il est possible de déterminer correctement s'il s'agit d'une impulsion de décharge électrique normale ou d'une impulsion de décharge électrique anormale, telle qu'une décharge électrique correspondant à un arc.

Avec le dispositif de détection de l'état des décharges électriques dans une machine d'usinage par décharges électriques selon la seconde forme d'exécution, la composante haute fréquence, qui est superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par le dispositif de détection d'une composante haute fréquence. La composante haute fréquence est redressée par le moyen redresseur, et la grandeur de la composante redressée produite est intégrée dans le temps par le premier moyen d'intégration. Par ailleurs, la valeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence est intégrée dans le temps par le second moyen d'intégration. Les intégrations dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration sont arrêtées par le moyen d'arrêt de l'intégration uniquement pendant une période prédéterminée de temps sur la base

du fonctionnement de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant dans la source de courant d'usinage. La période prédéterminée de temps est ajustée à la durée du temps de la tension de pointe produite à ce moment, et les facteurs d'erreur dans la valeur intégrée sont éliminés en arrêtant l'intégration comme décrit ci-dessus. Ici, le démarrage et l'arrêt du premier moyen d'intégration et du second moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. Ensuite, la valeur intégrée par le premier moyen d'intégration est comparée à la valeur intégrée par le second moyen d'intégration, dans le moyen comparateur. De cette manière, l'opération d'intégration est arrêtée seulement après une période prédéterminée de temps synchronisée avec le fonctionnement de l'élément de commutation interne utilisé pour la commande du courant de la source de courant d'usinage, si bien qu'il est possible d'éliminer l'influence des perturbations et d'effectuer une détection précise de l'état des décharges électriques.

Avec le dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage selon la troisième forme d'exécution, la composante haute fréquence, qui est superposée à la tension de décharge électrique ou au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence. La composante haute fréquence est redressée par le moyen redresseur et la différence entre la composante redressée produite et la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence, est fournie par le moyen de fourniture d'une différence de tension et cette différence est intégrée dans le temps par un moyen d'intégration. L'intégration dans le moyen d'intégration est arrêtée par le moyen d'arrêt de l'intégration uniquement pendant une période de temps prédéterminée sur la base du fonctionnement d'un élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant dans la source de courant d'usinage. La période prédéterminée de temps est adaptée à la durée de temps de la tension de pointe produite à ce moment et les facteurs d'erreur sur la valeur intégrée sont éliminés en arrêtant l'intégration, comme précédemment. Ici, le démarrage et l'arrêt du moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. Ensuite, la valeur intégrée du moyen d'intégration est comparée à la valeur de référence 0 par le moyen comparateur. De cette manière, la différence entre la composante redressée d'une composante haute fréquence et la tension de référence est intégrée dans le temps et comparée avec la valeur de référence, ce qui permet de réduire le nombre de moyens d'intégration et de moyens d'arrêt de l'intégration arrêtant l'intégration uniquement pendant une période prédéterminée de temps, ce qui simplifie la configuration du circuit.

Avec le dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques selon la quatrième forme d'exécution, la composante haute fréquence, qui est superposée à la tension de décharge électrique ou

au courant de décharge électrique dans l'espace d'usinage entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence. La composante haute fréquence est redressée par le moyen redresseur et la grandeur de la composante redressée produite est intégrée dans le temps par le premier moyen d'intégration. La grandeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence est intégrée dans le temps par le second moyen d'intégration. Les intégrations dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration sont arrêtées par le moyen d'arrêt de l'intégration uniquement pendant une période prédéterminée de temps sur la base du fonctionnement de l'élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant de la source de courant d'usinage. La durée de la période prédéterminée de temps, pendant laquelle les intégrations sont arrêtées par le moyen d'arrêt des intégrations, est changée par le moyen de changement de temps en fonction de la grandeur de la valeur du courant d'usinage. La période prédéterminée de temps est adaptée d'une manière appropriée à la durée de temps de la tension de pointe qui dépend de la grandeur de la valeur du courant d'usinage et les facteurs d'erreur dans la valeur intégrée sont éliminés en arrêtant l'intégration comme ci-dessus. Ici le démarrage et l'arrêt du premier moyen d'intégration et du second moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. Ensuite, la valeur intégrée par le premier moyen d'intégration est comparée avec la valeur intégrée par le second moyen d'intégration, dans le moyen comparateur. De cette manière, on change les limites du temps de masquage en fonction de la valeur du courant d'usinage, de sorte que l'on peut éliminer d'une manière sûre l'influence de perturbations et effectuer une détection précise de l'état de la décharge électrique.

Avec le dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques de la cinquième forme d'exécution, la composante haute fréquence, qui est superposée à la tension des décharges ou au courant des décharges dans l'espace d'usinage entre l'électrode et la pièce à usiner, est détectée par le moyen de détection d'une composante haute fréquence. La composante haute fréquence est redressée par le moyen redresseur. La grandeur de la composante redressée produite est intégrée dans le temps par le premier moyen d'intégration et ajoutée uniquement pendant le nombre d'impulsions de décharge électrique continues comptées par le moyen de comptage. Par ailleurs, la grandeur de la tension de référence fournie par le moyen de fourniture d'une tension de référence est intégrée dans le temps par le second moyen d'intégration et ajoutée uniquement pendant le nombre d'impulsions de décharge électrique continues comptées par le moyen de comptage. Ici le démarrage et l'arrêt des intégrations dans le premier moyen d'intégration et le second moyen d'intégration sont commandés par le moyen de commande. Ensuite, la valeur intégrée délivrée par le premier moyen d'intégration est comparée avec la valeur intégrée délivrée par le se-

cond moyen d'intégration, dans le moyen comparateur. De cette manière, la composante haute fréquence est intégrée dans le temps pendant les impulsions de décharge électrique continues, de sorte qu'il est possible de réaliser une détection précise de l'état des décharges électriques, même lorsque les impulsions de décharge électrique sont courtes.

Revendications

1. Dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, comportant:

un moyen de détection d'une composante haute fréquence pour détecter une composante haute fréquence superposée soit à la tension de décharge électrique, soit au courant de décharge électrique dans un espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner;

un premier moyen d'intégration pour intégrer dans le temps la grandeur d'une composante haute fréquence détectée par ledit moyen de détection d'une composante haute fréquence;

un moyen de fourniture d'une tension de référence pour délivrer une tension de référence;

un second moyen d'intégration pour intégrer dans le temps ladite tension de référence délivrée par ledit moyen de fourniture d'une tension de référence;

un moyen de commande pour commander le démarrage et l'arrêt des intégrations dans ledit premier moyen d'intégration et dans ledit second moyen d'intégration; et

un moyen comparateur pour comparer la valeur intégrée obtenue par ledit premier moyen d'intégration avec la valeur intégrée obtenue par ledit second moyen d'intégration.

2. Dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques selon la revendication 1, dans lequel ledit premier moyen d'intégration utilise la grandeur d'une composante redressée obtenue en redressant la composante haute fréquence, en tant que grandeur d'une composante haute fréquence à intégrer dans le temps.

3. Dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, comportant:

un moyen de détection d'une composante haute fréquence pour détecter une composante haute fréquence superposée soit à la tension de décharge électrique, soit au courant de décharge électrique dans un espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner;

un moyen redresseur pour fournir une composante redressée obtenue en redressant ladite composante haute fréquence détectée par ledit moyen de détection d'une composante haute fréquence;

un premier moyen d'intégration pour intégrer dans le temps la grandeur de ladite composante redressée fournie par ledit moyen redresseur;

un moyen de fourniture d'une tension de référence pour délivrer une tension de référence;

un second moyen d'intégration pour intégrer dans

le temps ladite grandeur de ladite tension de référence délivrée par ledit moyen de fourniture d'une tension de référence;

un moyen d'arrêt de l'intégration pour arrêter l'intégration dans ledit premier moyen d'intégration et dans ledit second moyen d'intégration, uniquement pendant un temps prédéterminé sur la base du fonctionnement d'un élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant d'une source de courant d'usinage;

un moyen de commande pour commander le démarrage et l'arrêt des intégrations dans ledit premier moyen d'intégration et dans ledit second moyen d'intégration; et

un moyen comparateur pour comparer la valeur intégrée déterminée par ledit premier moyen d'intégration avec la valeur intégrée déterminée par ledit second moyen d'intégration.

4. Dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, comportant:

un moyen de détection d'une composante haute fréquence pour détecter une composante haute fréquence superposée soit à la tension de décharge électrique, soit au courant de décharge électrique dans un espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner;

un moyen redresseur pour fournir une composante redressée obtenue en redressant ladite composante haute fréquence détectée par ledit moyen de détection d'une composante haute fréquence;

un moyen de fourniture d'une tension de référence pour délivrer une tension de référence;

un moyen de fourniture d'un signal de différence pour fournir un signal de différence entre ladite composante redressée fournie par ledit moyen redresseur et ladite tension de référence délivrée par ledit moyen de fourniture d'une tension de référence;

un moyen d'intégration pour intégrer dans le temps ledit signal de différence fourni par ledit moyen de fourniture d'un signal de différence;

un moyen d'arrêt de l'intégration pour arrêter l'intégration dans ledit moyen d'intégration, uniquement pendant un temps prédéterminé sur la base du fonctionnement d'un élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant d'une source de courant d'usinage;

un moyen de commande pour commander le démarrage et l'arrêt de l'intégration dans ledit premier moyen d'intégration; et un moyen comparateur pour comparer la valeur intégrée obtenue par ledit moyen d'intégration, qui est commandé par ledit moyen de commande, avec une valeur de référence prédéterminée.

5. Dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, comportant un moyen de détection d'une composante haute fréquence pour détecter une composante haute fréquence superposée soit à la tension de décharge électrique, soit au courant de décharge électrique dans un espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner;

un moyen redresseur pour fournir une composante redressée obtenue en redressant ladite composante

haute fréquence détectée par ledit moyen de détection d'une composante haute fréquence;	
un premier moyen d'intégration pour intégrer dans le temps ladite composante haute fréquence redressée fournie par ledit moyen redresseur;	5
un moyen de fourniture d'une tension de référence pour délivrer une tension de référence;	
un second moyen d'intégration pour intégrer dans le temps ladite tension de référence délivrée par ledit moyen de fourniture d'une tension de référence;	10
un moyen d'arrêt de l'intégration pour arrêter les intégrations dans ledit premier moyen d'intégration et ledit second moyen d'intégration, uniquement pendant un temps prédéterminé sur la base du fonctionnement d'un élément commutateur interne utilisé pour la commande du courant d'une source de courant d'usinage;	15
un moyen de changement de temps pour changer la durée dudit temps prédéterminé, pour l'arrêt de l'intégration dans ledit moyen d'arrêt de l'intégration, en fonction de la grandeur de la valeur du courant d'usinage;	20
un moyen de commande pour commander le démarrage et l'arrêt des intégrations dans ledit premier moyen d'intégration et ledit second moyen d'intégration; et	25
un moyen comparateur pour comparer la valeur intégrée obtenue par ledit premier moyen d'intégration, avec la valeur intégrée obtenue par ledit second moyen d'intégration.	30
6. Dispositif de détection de l'état des décharges électriques pour une machine d'usinage par décharges électriques, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen de détection d'une composante haute fréquence pour détecter une composante haute fréquence superposée soit à la tension de décharge électrique, soit au courant de décharge électrique dans un espace d'usinage entre une électrode et une pièce à usiner;	35
un moyen redresseur pour fournir une composante redressée obtenue en redressant ladite composante haute fréquence détectée par ledit moyen de détection d'une composante haute fréquence;	40
un moyen de comptage pour compter le nombre d'impulsions de décharge électrique continues;	45
un premier moyen d'intégration pour intégrer dans le temps la grandeur de ladite composante redressée fournie par ledit moyen redresseur et l'ajouter uniquement pendant qu'est compté le nombre d'impulsions de décharge électrique par ledit moyen de comptage;	50
un moyen de fourniture d'une tension de référence pour délivrer une tension de référence;	
un second moyen d'intégration pour intégrer dans le temps la grandeur de ladite tension de référence délivrée par ledit moyen de fourniture d'une tension de référence et l'ajouter uniquement pendant qu'est compté le nombre d'impulsions de décharge électrique par ledit moyen de comptage;	55
un moyen de commande pour commander le démarrage et l'arrêt des intégrations dans ledit premier moyen d'intégration et dans ledit second moyen d'intégration; et	60
un moyen comparateur pour comparer la valeur intégrée obtenue par ledit premier moyen d'intégration avec la valeur intégrée obtenue par ledit second moyen d'intégration.	65

FIG.2

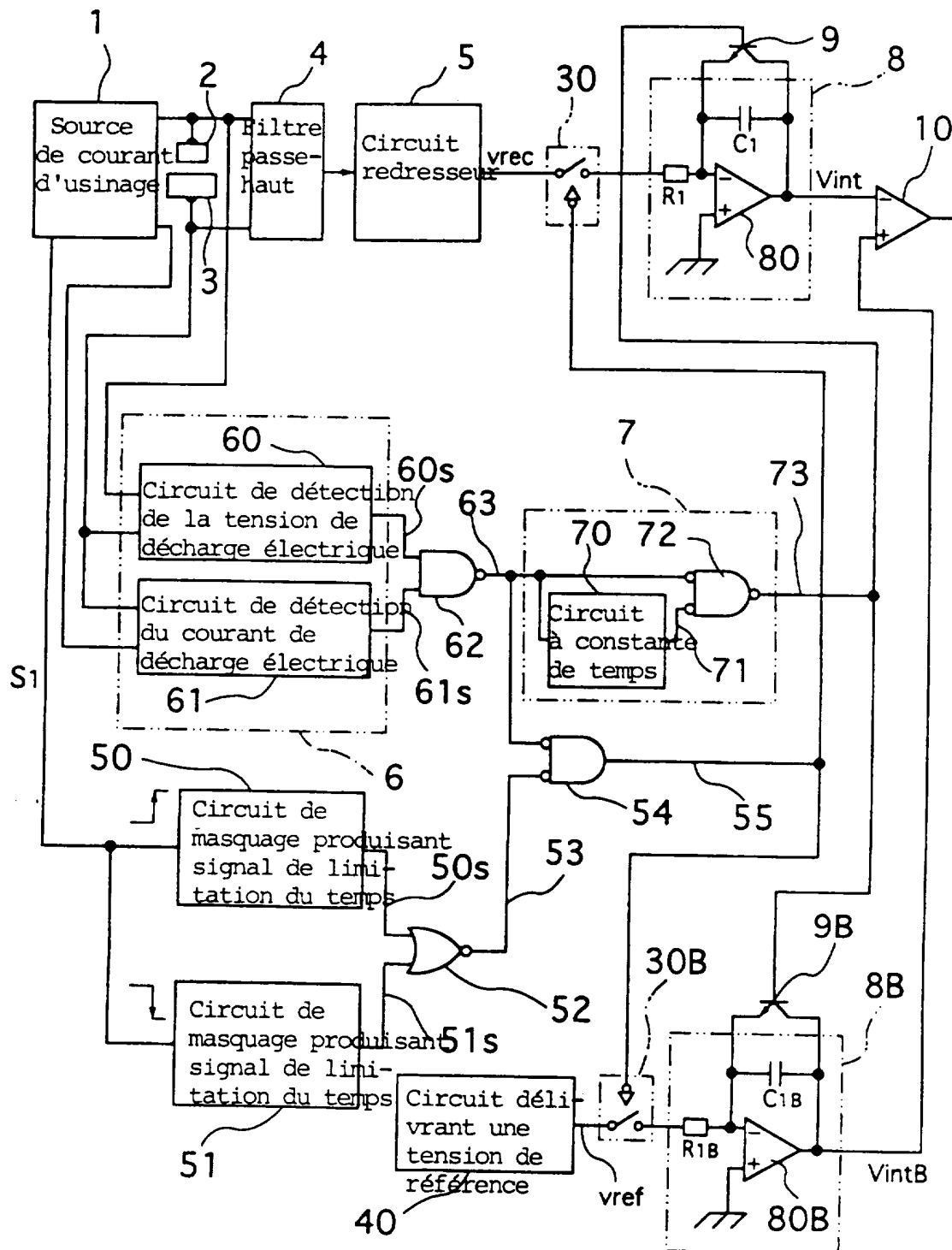


FIG. 3

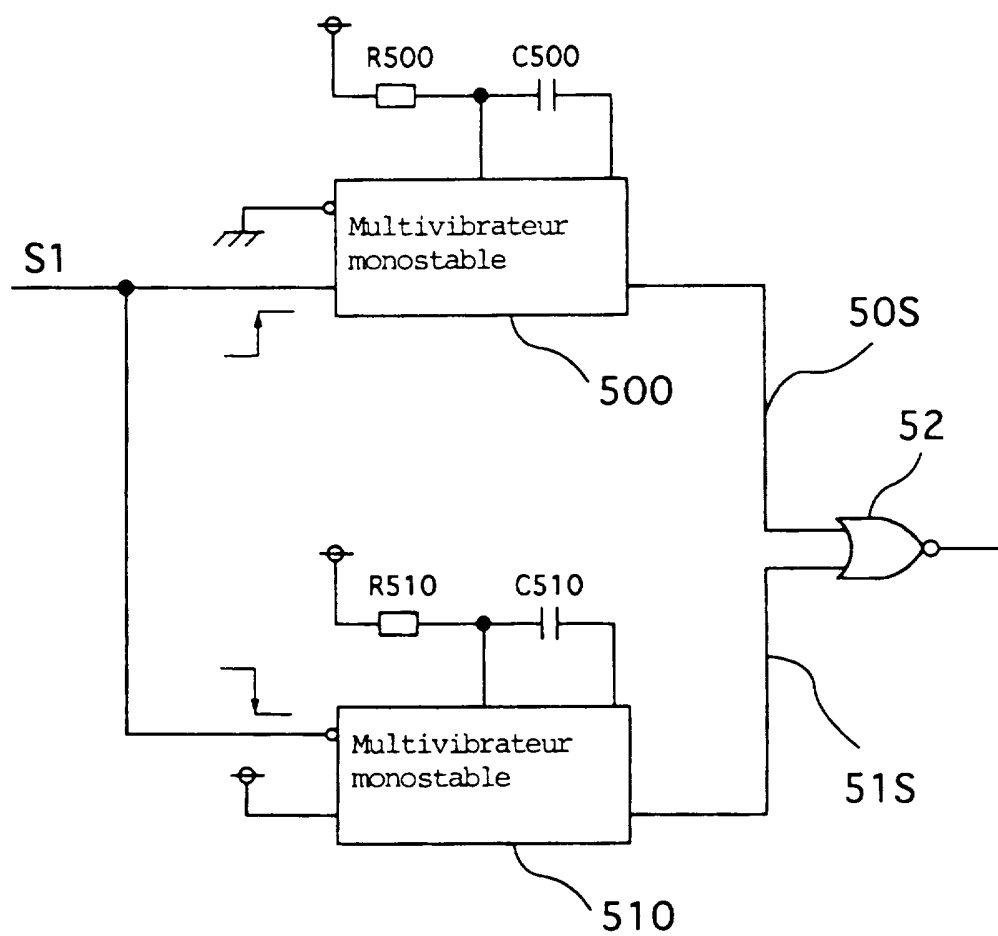


FIG. 4

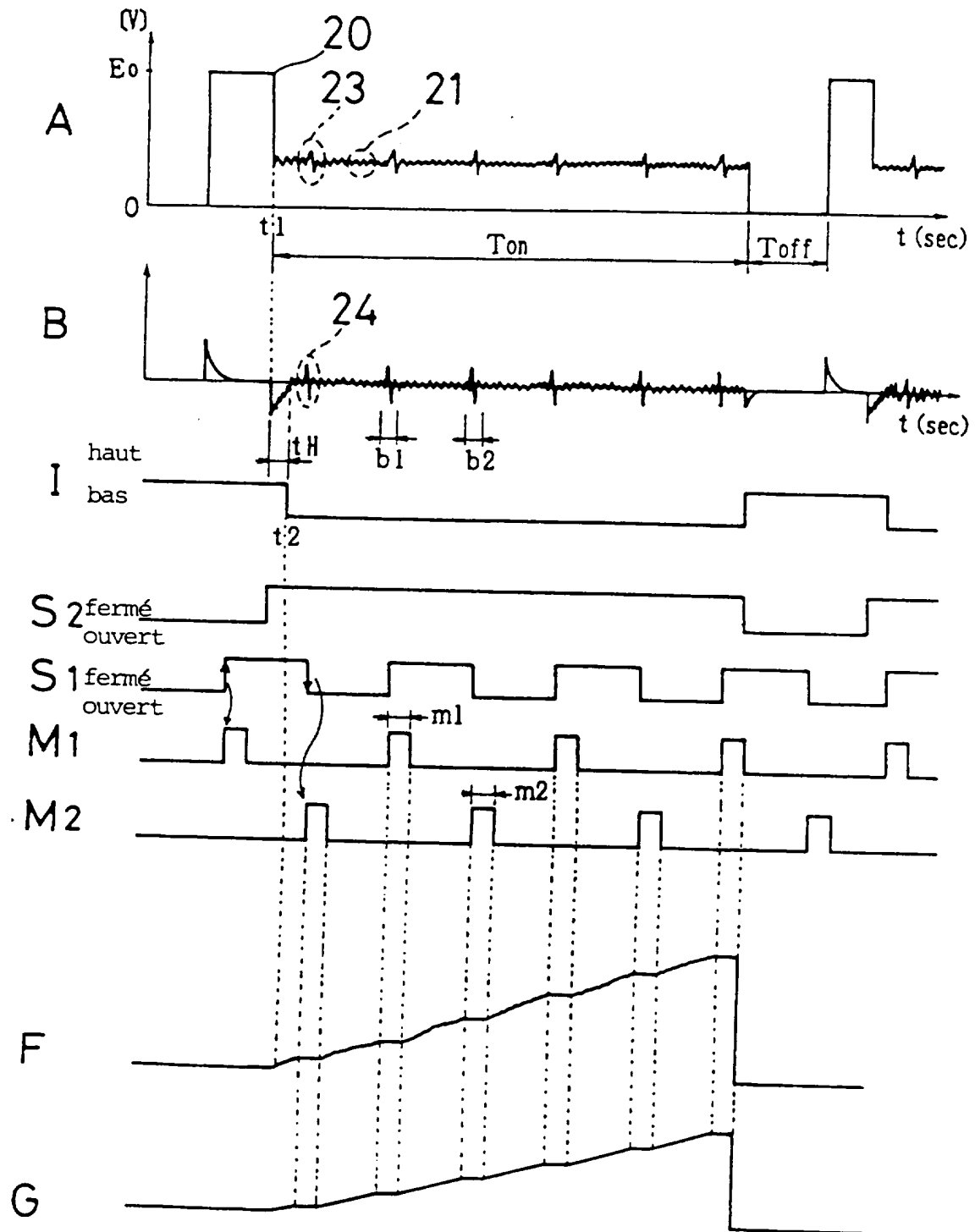


FIG. 5

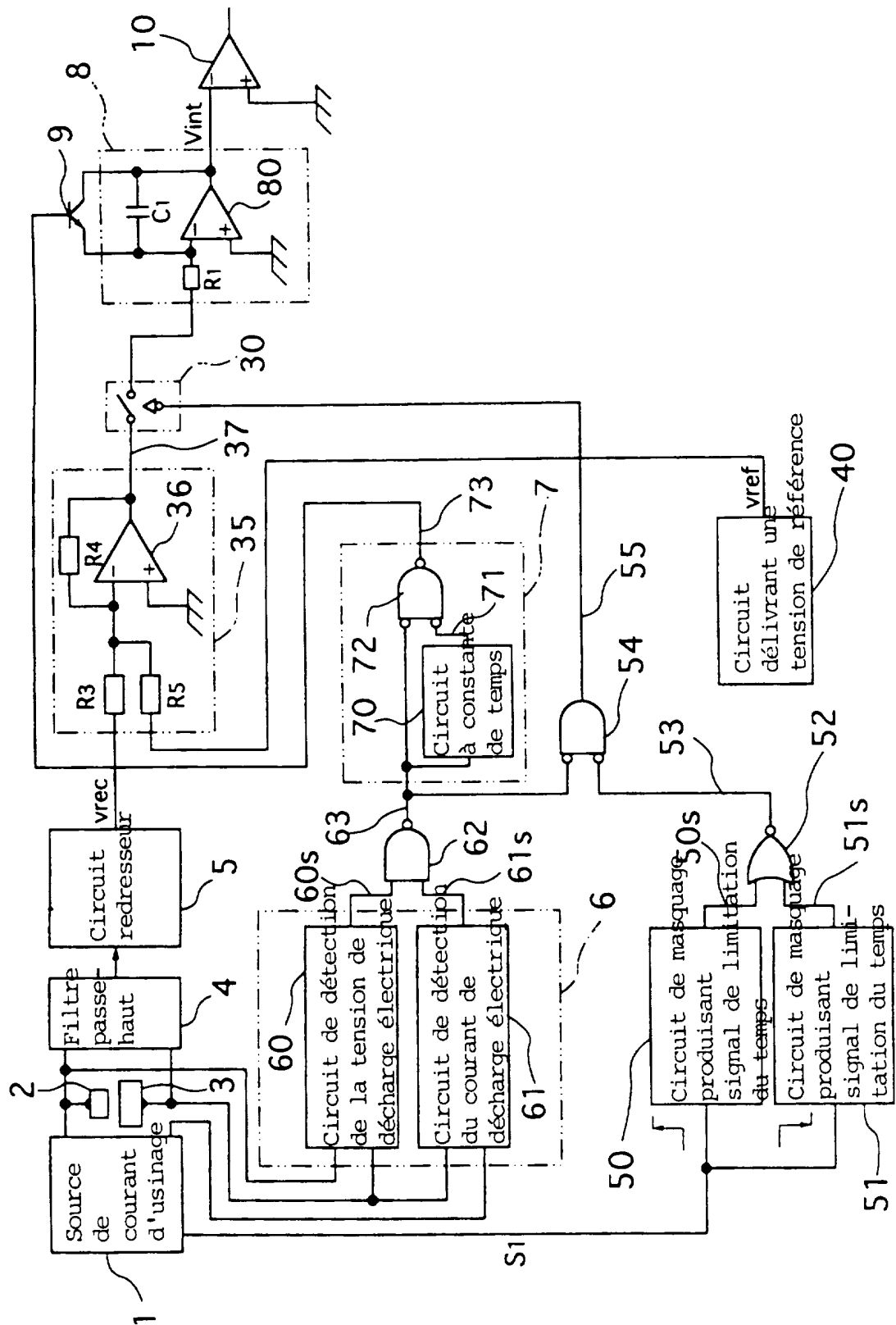


FIG. 6

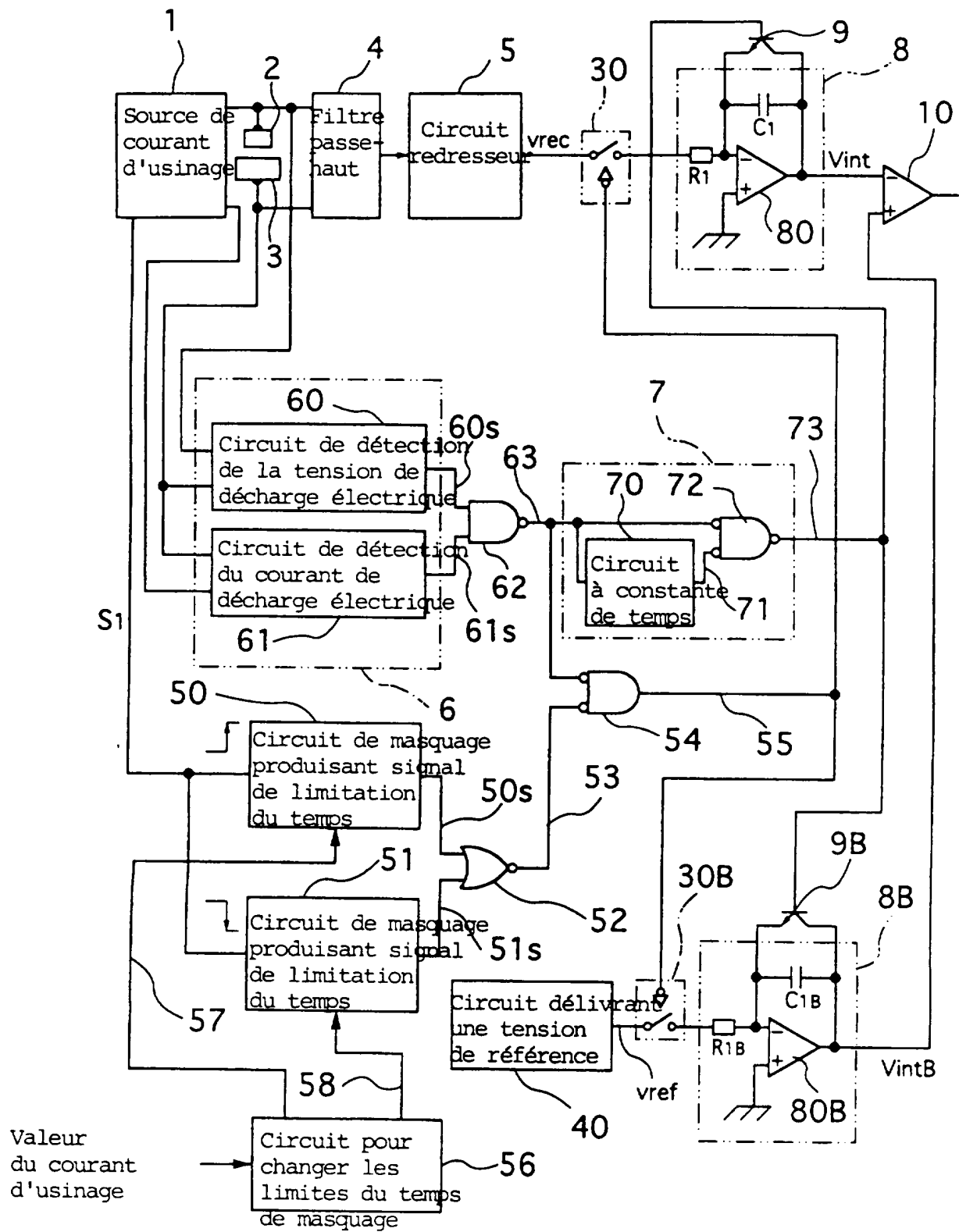


FIG.7

Valeur du courant d'usinage (A)	Intervalle de masquage		Signal pour changer l'inter- valle de masquage
	m1(μ sec)	m2(μ sec)	
1~20	2	4	a1
21~80	8	10	a2

FIG.8

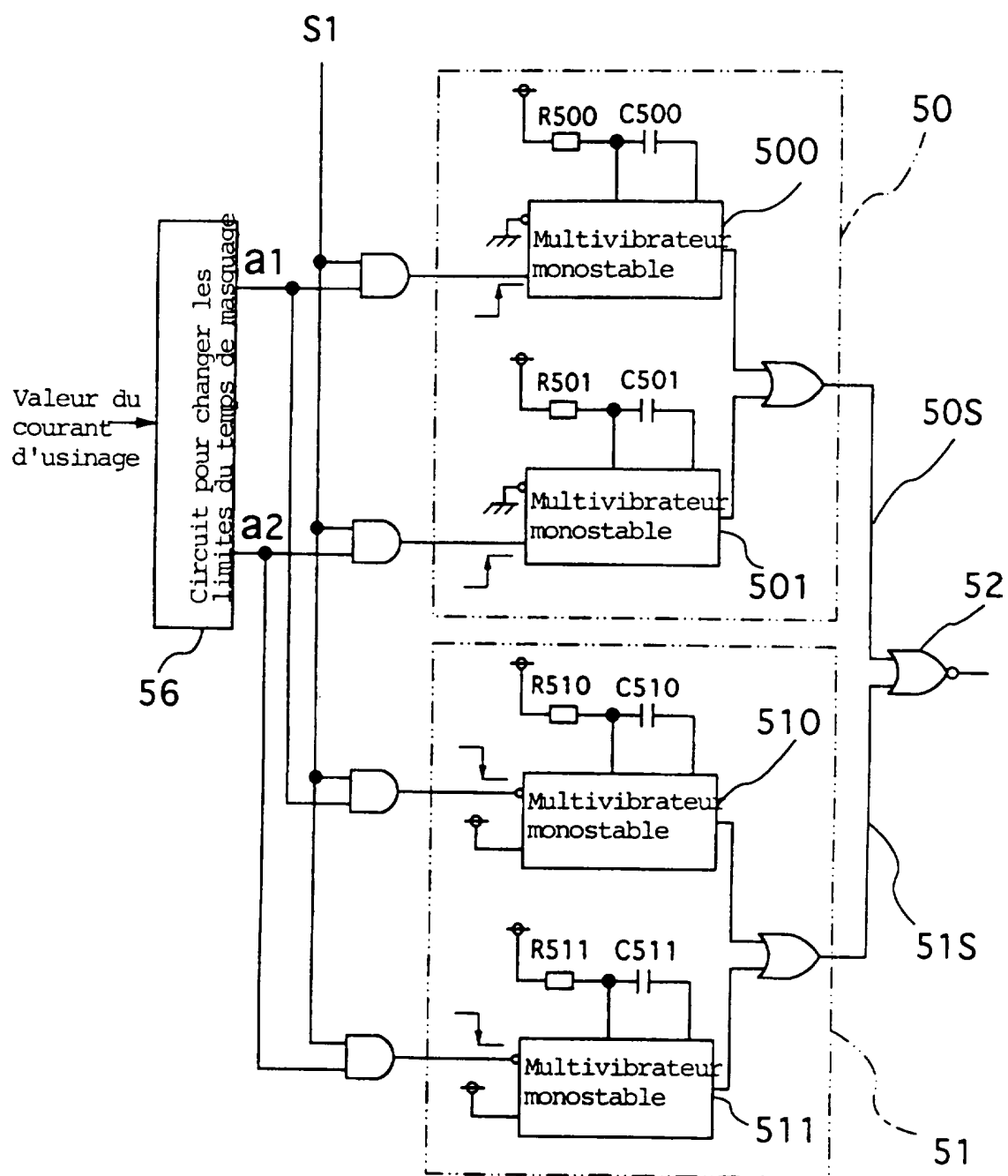


FIG.9

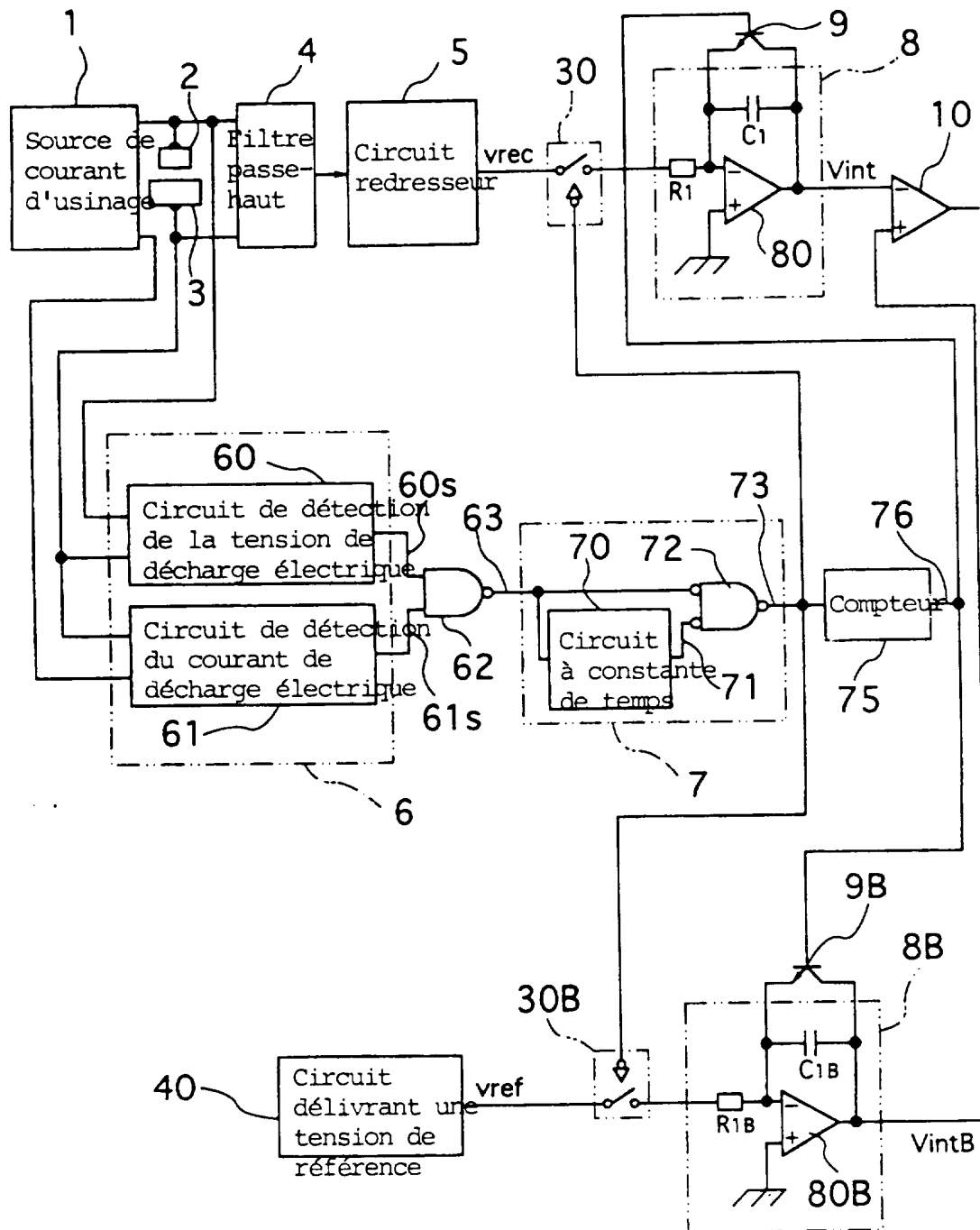


FIG.10

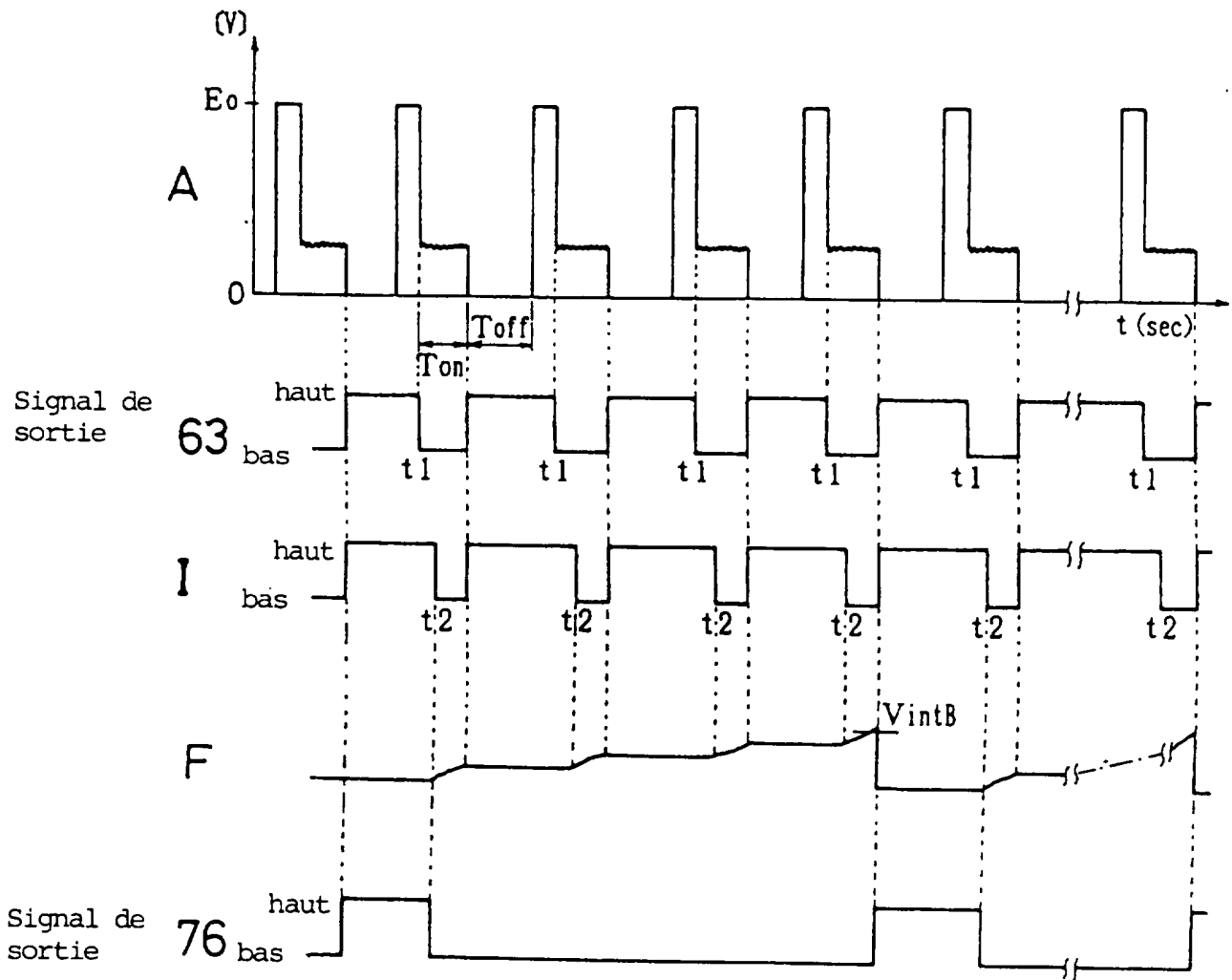


FIG.11

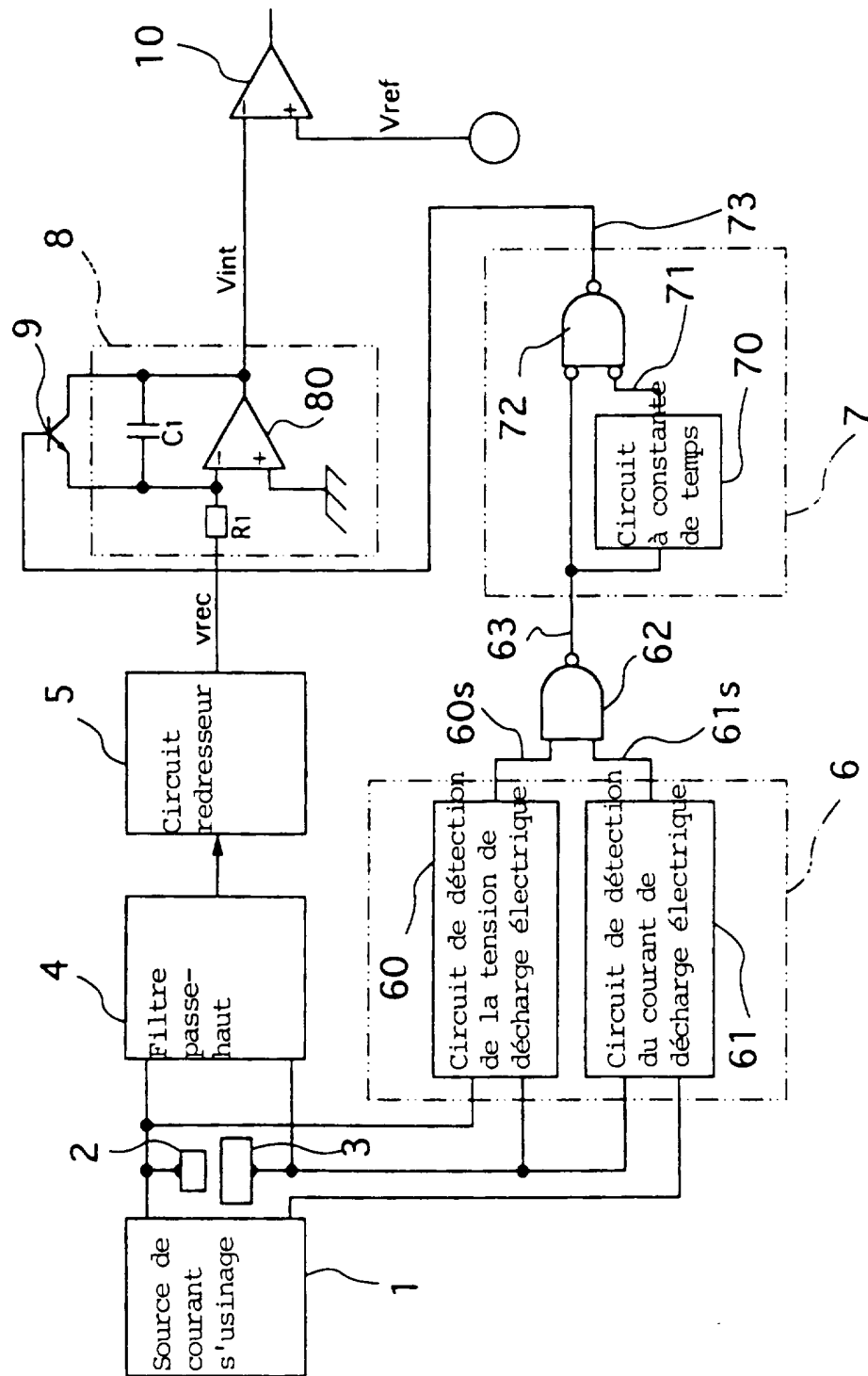


FIG.12

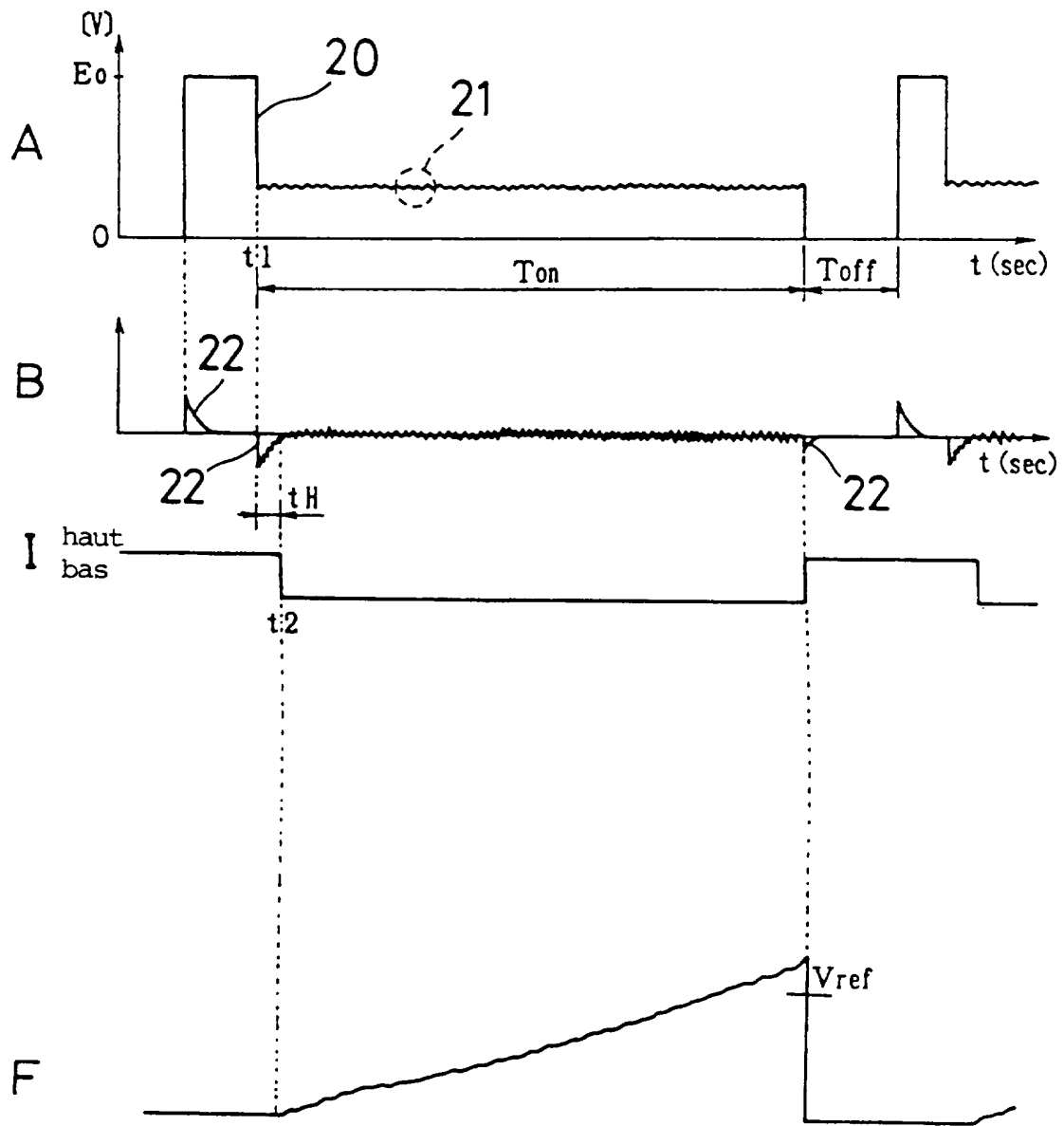


FIG.13a

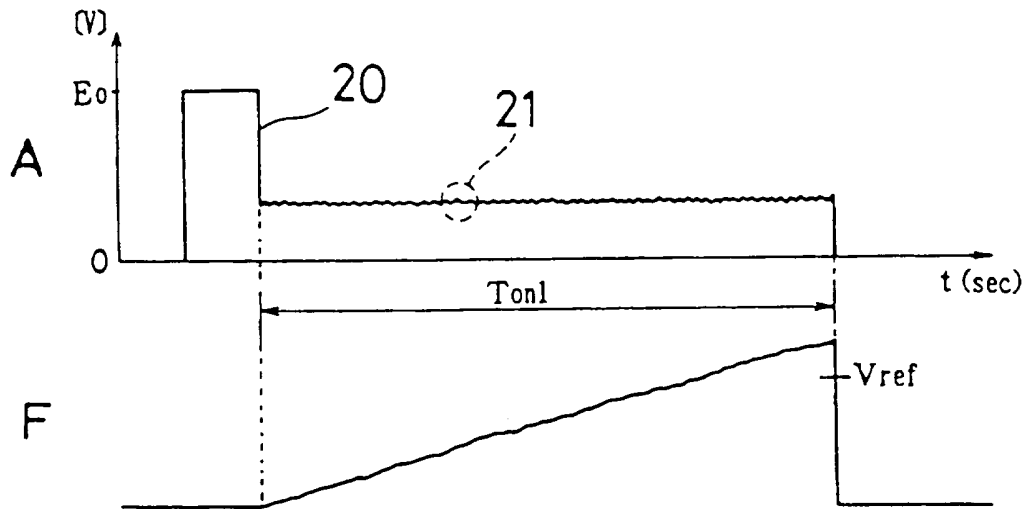


FIG.13b

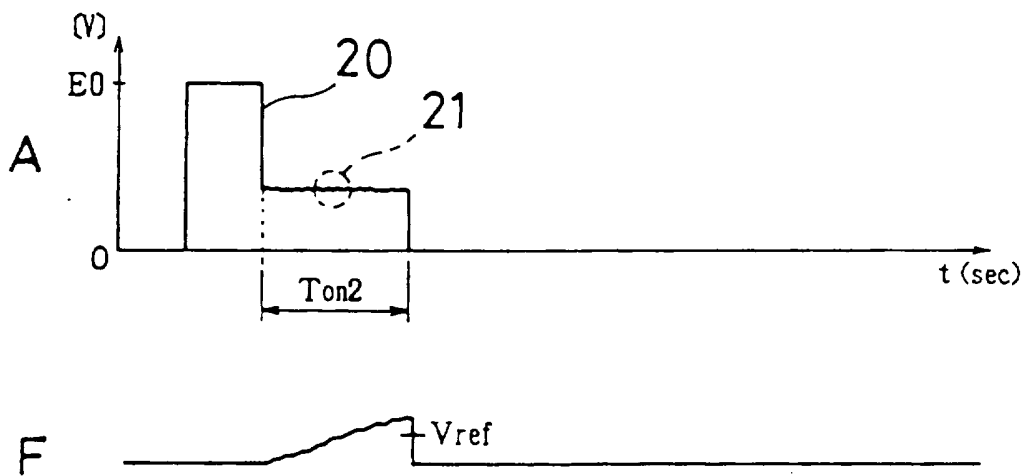


FIG.14

T on	V ref
$\sim 2 \mu\text{sec}$	Vref1
$\sim 4 \mu\text{sec}$	Vref2
$\sim 8 \mu\text{sec}$	Vref3
$\vdots$	$\vdots$
$\sim 1024 \mu\text{sec}$	Vref10
$\sim 2048 \mu\text{sec}$	Vref11
$\sim 4096 \mu\text{sec}$	Vref12

FIG.15

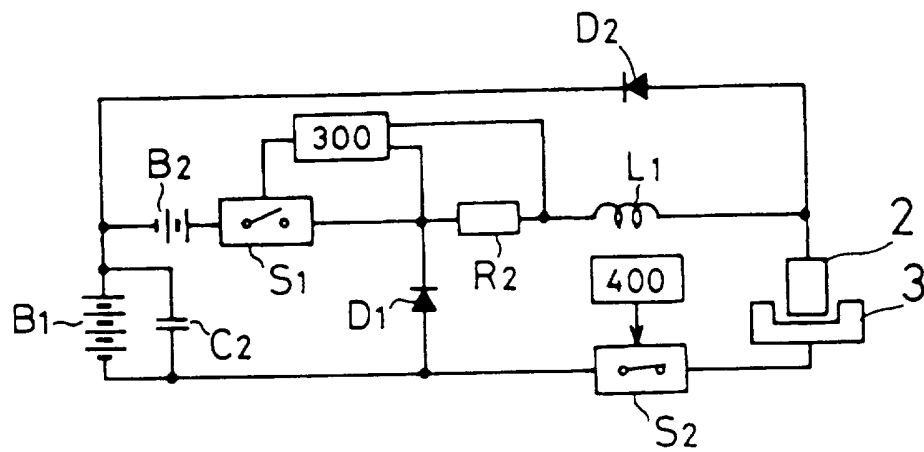


FIG.16

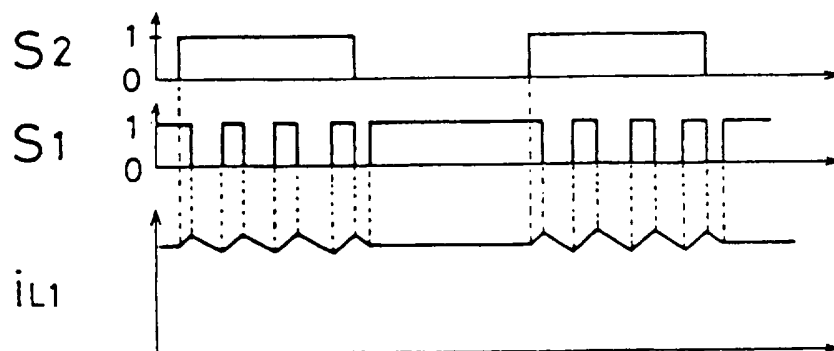


FIG.17

