

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 04263

(54) Procédé et machine pour découper un contour dans une pièce.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). B 23 Q 3/15; B 23 P 1/12; B 23 Q 15/013.

(22) Date de dépôt 12 mars 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 13 mars 1981, n° 56-35,191; 27 novembre 1981, n° 56-189,081;
30 novembre 1981, n°s 56-190,662 et 56-190,664; et 28 décembre 1981, n° 56-
209,795.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 37 du 17-9-1982.

(71) Déposant : Société dite : INOUE-JAPAX RESEARCH INCORPORATED, résidant au Japon.

(72) Invention de : Kiyoshi Inoue.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Netter,
40, rue Vignon, 75009 Paris.

1.

Procédé et machine pour découper un contour dans une pièce

La présente invention concerne des procédés et des machines d'usinage pour découper un contour donné dans une pièce avec un outil allongé se déplaçant axialement en déplaçant la pièce ou l'outil allongé l'un par rapport à l'autre transversalement à l'axe de déplacement de l'outil selon un trajet de découpe préprogrammé définissant le contour, grâce à quoi la pièce est progressivement divisée, le long du trajet de découpe, en une première portion maintenue fixée sur un support de pièce et une deuxième portion tendant, par son propre poids, à tomber de la première portion. L'invention concerne particulièrement un procédé et un dispositif automatiques pour empêcher la deuxième portion de tomber de la première portion lorsque l'outil de découpe termine le contour donné dans la pièce.

Tel qu'il est utilisé ici, le terme "découpe" désigne à la fois la découpe mécanique et la découpe ou usinage par électroérosion. Tel qu'il est utilisé ici, le terme "outil allongé" désigne un outil de découpe par électroérosion ou mécanique sous la forme d'un fil, d'un ruban ou d'une bande, l'outil, quelle que soit sa forme, étant simplement appelé ci-après "fil" ou "fil-outil". L'outil de découpe allongé d'électroérosion peut être un fil électrode, par exemple en cuivre ou en laiton, ayant une épaisseur ou un diamètre de 0,1 à 2 mm. L'outil allongé de découpe mécanique peut être un fil-outil lisse ou recouvert d'abrasif.

Le procédé de découpe d'un contour rectiligne, courbe, complexe et/ou en forme de boucle fermée dans des pièces est bien connu et est particulièrement utilisé dans l'usinage par électroérosion à fil mobile. Dans ce procédé, une pièce
5 est fixée sur un support et un fil électrode continu, amené en continu d'une bobine d'alimentation traverse axialement la pièce et est recueilli en continu sur un moyen de reprise. Du fait que le fil électrode doit traverser la pièce, le support de pièce, qui a habituellement une surface portante
10 horizontale, ne peut pas porter toute la surface inférieure de la pièce sur sa surface portante. On doit laisser une zone d'usinage de la pièce suffisante en porte-à-faux pour pouvoir y former la découpe désirée. Le poids de cette zone de la pièce et celui du reste de celle-ci peuvent initialement être appliqués également sur le support de pièce. Tou-
15 tefois, au fur et à mesure de la progression de la découpe, entraînant une division progressive de la pièce en deux portions par rapport au trajet de découpe progressant, il apparaît que, tandis qu'une portion continue à être supportée par le support de pièce, l'autre tend à tomber de cette pre-
20 mière portion par son propre poids. Il apparaît aisément que la chute réelle de la portion non supportée s'effectue lorsque les deux portions sont séparées l'une de l'autre et ceci peut arriver même avant que le trajet de découpe préprogrammé soit complètement terminé, la chute pouvant entraîner la
25 rupture du fil électrode et pouvant sérieusement endommager la pièce.

Jusqu'ici pour résoudre ce problème, lorsque l'usinage appro-
30 chait du point terminal du trajet de découpe, l'utilisateur arrêtait la machine, plaçait un support de pièce supplémentaire sous la forme d'un bloc de la hauteur et de la largeur voulues pour supporter la pièce contre le poids de la portion tendant à tomber, et remettait en route la machine pour sépa-
35 rer les deux portions en continuant l'opération de découpe par fil. Le bloc servant de support de pièce supplémentaire peut être remplacé par un aimant permanent réunissant les portions séparées, ou un adhésif appliqué dans la gorge de découpe. Bien entendu, ces procédures classiques sont com-

plexes et inefficaces pour autant qu'elles nécessitent l'attention et le travail de l'utilisateur. On doit également noter que la chute réelle n'est pas le seul problème soulevé par la portion divisée non supportée de la pièce.

5 On a constaté que, même avant d'atteindre le point de séparation, la portion non supportée tend à tomber de l'autre portion et entraîne une déformation de la pièce au point que la zone de découpe est déplacée et que la précision d'usinage est affectée de façon notable.

10

C'est en conséquence un but important de l'invention de procurer un nouveau procédé utilisé dans un procédé de découpe d'une pièce, grâce auquel on empêche efficacement une partie non supportée de la pièce progressivement divisée de
15 tomber, et même de tendre à tomber, de l'autre portion de la pièce.

Un autre but de l'invention est de procurer un nouveau dispositif utilisé en liaison avec une machine de découpe de
20 pièce, relativement simple et cependant fonctionnant automatiquement, non seulement pour éliminer complètement le risque qu'une portion séparée de la pièce tombe de l'autre portion au cours de l'opération de découpe, mais encore pour maintenir la précision d'usinage obtenue par la machine en dépit
25 de la tendance de la portion séparée à tomber de l'autre portion pendant l'opération d'usinage.

Sous un premier aspect, la présente invention procure un nouveau procédé amélioré mis en oeuvre dans un procédé de découpe d'un contour dans une pièce, fixée partiellement sur un
30 support de pièce, en transportant axialement un outil allongé à travers la pièce tout en déplaçant l'un par rapport à l'autre le support de pièce et l'outil allongé mobile pour faire avancer la pièce transversalement à l'axe de déplacement de l'outil allongé, grâce à quoi la pièce est progressivement divisée, le long du trajet de découpe progressant, en une première portion restant fixée sur le support de pièce et une deuxième portion tendant, par son propre poids, à
35 tomber de la première portion, le procédé empêchant effecti-

vement la deuxième portion de tomber et de tendre à tomber.

Le procédé selon l'invention consiste en ce que :

- (a) on juxtapose à la pièce, à une certaine distance de celle-ci, une multiplicité d'éléments attirables retenus, de façon libérable, par des supports respectifs sur un ensemble support, chaque élément pouvant, lorsqu'il est rapproché de la pièce être attiré de façon permanente sur celle-ci ;
- (b) on commence la découpe de la pièce en maintenant les éléments attirables respectivement retenus par leurs supports ;
- et,
- (c) au cours de la découpe du contour dans la pièce, on libère successivement les éléments attirables et on les projette de leurs supports respectifs pour les déposer successivement en des endroits mutuellement espacés sur le trajet de découpe progressant de telle sorte que chaque élément réunisse la première et la deuxième portion.

De façon avantageuse, l'invention est utilisée dans le procédé d'usinage par électroérosion à fil mobile, l'outil de découpe allongé étant un fil, un ruban, ou une bande conductrice de l'électricité, bien que l'invention puisse également être mise en pratique dans un procédé de découpe mécanique ou par abrasion. Dans ce dernier procédé, l'outil de découpe peut être un fil, un ruban ou une bande recouverte d'abrasif, c'est-à-dire un élément allongé recouvert de particules abrasives ou sur la périphérie duquel sont collées de telles particules. L'outil de découpe peut également être un élément allongé sur lequel sont formés des bords et peut, en outre, être un fil relativement lisse, ou l'analogue. La découpe abrasive avec un élément allongé lisse mobile peut être mise en pratique en amenant une suspension liquide de particules abrasives dans la zone de découpe entre l'élément et la pièce.

De façon appropriée, chaque élément attirable dans le procédé de l'invention est constitué par un aimant permanent et peut être une masse d'adhésif. Il est essentiel que, lorsqu'il est amené en contact avec une région de la première portion et de la deuxième portion, soit à l'extérieur, soit

à l'intérieur de la gorge de coupe, l'élément puisse être attiré de façon permanente et de ce fait, fixé sur l'une ou l'autre des deux portions, les réunissant ainsi. Dans les stades (a) et (b), chacun des éléments peut être retenu et continuer à être retenu, par exemple par attraction magnétique, pression de fluide (par exemple dépression), et/ou un support mécanique (par exemple un levier, un pignon ou une genouillère). Au stade (c), chaque élément peut être libéré en supprimant cette force ou action de retenue et peut être projeté par gravité, pression de fluide (par exemple une pression d'air) et/ou une poussée mécanique (par levier pignon, genouillère ou piston). Une force ou action de libération supplémentaire, telle qu'une répulsion magnétique, une pression de fluide et/ou une poussée mécanique, peut être ajoutée pour libérer chacun des éléments de son support.

Sous un second aspect, l'invention procure également un dispositif à utiliser en liaison avec une machine pour découper un contour dans une pièce, ayant un support de pièce pour porter partiellement la pièce sur sa surface portante, un outil de découpe allongé, des moyens pour transporter axialement l'outil de découpe allongé à travers la pièce et des moyens d'avance d'usinage pour déplacer l'un par rapport à l'autre le support de pièce et l'outil de découpe allongé mobile pour faire avancer la pièce transversalement à l'axe de déplacement de l'outil allongé selon un trajet de découpe programmé définissant le contour, grâce à quoi la pièce est progressivement divisée, le long du trajet de découpe, en une première portion restant fixée sur le support de pièce et une deuxième portion tendant, par son propre poids, à tomber de la première portion, le dispositif étant conçu pour empêcher effectivement la deuxième portion de tomber et de tendre à tomber de la première portion. Le dispositif selon l'invention comporte : une multiplicité de supports montés sur un ensemble support pour retenir de façon libérable une multiplicité d'éléments attirables, chacun de ces éléments pouvant, lorsqu'il est rapproché de la pièce, être attiré de façon permanente sur celle-ci, des moyens de retenue associés aux supports d'éléments pour retenir les éléments

de coupe ou de l'axe de l'élément de coupe allongé avançant dans la pièce.

- De façon habituelle, la machine comporte, comme faisant partie des moyens d'avance d'usinage précités, une unité de commande par exemple une commande numérique, dans laquelle est préprogrammé le trajet de découpe et qui, sur la base de ce programme, fournit des signaux d'avance d'usinage pour déplacer l'un par rapport à l'autre le support de pièce et l'axe de déplacement de l'outil de découpe allongé. Ceci permet à la découpe de progresser de façon précise le long du trajet programmé pour former dans la pièce le contour désiré et indique ainsi de façon précise la position d'un point désiré espacé d'une distance donnée de la zone de découpe instantanée le long du trajet de découpe programmé. En conséquence, la source d'ordres peut être raccordée à l'unité de commande pour fournir en séquence les signaux de déclenchement et procurer ainsi en séquence les signaux de commande pour libérer les éléments attirables et/ou procurer les signaux de positionnement à l'ensemble support pour disposer successivement les éléments attirables immédiatement au-dessus ou en-dessous des emplacements désirés respectifs sur le trajet de découpe en arrière de la zone de coupe.
- L'invention sera bien comprise à la lecture de la description détaillée, donnée ci-après à titre d'exemple seulement, de plusieurs réalisations préférées, en liaison avec le dessin joint sur lequel :
- la figure 1 est une vue en élévation latérale illustrant schématiquement une portion essentielle d'une machine de découpe par fil selon la présente invention, dans laquelle une multiplicité d'aimants permanents sont retenus de façon libérale par des supports respectifs portés eux-mêmes par un ensemble support de façon à entourer le fil outil de découpe immédiatement au-dessus de la pièce ;

la figure 2 est une vue en plan prise selon la ligne II-II de la figure 1 ;

- attirables respectifs retenus sur ces supports et juxtaposés à la pièce, à une certaine distance de celle-ci ; et des moyens de commande associés aux moyens de retenue, adaptés pour supprimer les actions de retenue des éléments attirables par leurs supports respectifs et, lorsque la machine est en fonctionnement ou chargée avec la pièce pour y découper le contour, actionnables automatiquement en réponse à des signaux de déclenchement successifs espacés dans le temps pour projeter successivement les éléments attirables respectifs de leur support individuel et les déposer successivement en des endroits mutuellement espacés sur le trajet de découpe de façon que chacun des éléments réunisse la première et la deuxième portion.
- De façon habituelle, la machine comporte une tête de machine avec des moyens pour supporter l'outil de découpe allongé traversant la pièce. L'ensemble support peut être porté sur la tête de machine pour disposer les supports d'éléments de telle sorte que les éléments attirables puissent être positionnés au-dessus ou en-dessous de la pièce et juxtaposés à sa surface supérieure ou inférieure, à une certaine distance de celle-ci. L'ensemble support peut comporter une base portée sur la tête de la machine et une multiplicité de bras partant de cette base et portant les supports par lesquels les éléments attirables respectifs sont retenus de façon libérable et juxtaposés à la pièce. Il est clair que la base peut avoir une forme quelconque. Ainsi, la base peut être sous la forme d'un disque ou d'une plaque sur lequel les supports retenant respectivement les éléments attirables sont portés selon un certain modèle de disposition, par exemple un cercle ou une multiplicité de rangées de cercles.
- La base peut être portée sur la tête de la machine de façon à pouvoir tourner autour d'un axe ou de l'axe de déplacement de l'outil allongé et elle peut être mise en rotation par un moteur en réponse à un signal de positionnement angulaire fourni par une source d'ordres pour amener chacun des éléments attirables immédiatement au-dessus ou en-dessous de chaque emplacement sur le trajet de découpe, en arrière de la zone

une autre réalisation de l'ensemble d'aimants permanents selon l'invention ;

la figure 14 est une vue latérale illustrant schématiquement un autre support élément utilisant un système de commutation à genouillère ;

la figure 15 est une vue latérale schématique d'une variante de la réalisation de la figure 14 ;

la figure 16 est une vue latérale illustrant schématiquement une portion essentielle de la machine avec une autre réalisation de l'invention, dans laquelle on utilise une multiplicité de supports à ciseaux pour retenir de façon libérable les aimants permanents respectifs ;

la figure 17 est une vue en plan de chaque support d'élément de la réalisation de la figure 16 ;

la figure 18 est une vue en plan prise selon la ligne XVIII-XVIII de la figure 16 ;

la figure 19 est une vue en élévation latérale schématique de la machine avec une autre réalisation de l'invention utilisant une multiplicité de supports d'éléments métalliques à ressorts pour retenir de façon libérable les aimants respectifs ; et,

la figure 20 est une vue latérale illustrant schématiquement, un autre support d'élément selon l'invention.

Dans la description qui suit, on décrira plusieurs réalisations en se reportant à une machine caractéristique de découpe par électroérosion ou par abrasion, utilisant comme élément coupant allongé un fil électrode ou un fil outil, appelé après simplement "fil".

En se reportant d'abord à la figure 1, la machine comporte un bras 1 représenté sous la forme d'un carter tubulaire,

la figure 3 est une vue en plan de dessus illustrant une pièce découpée en une première et une deuxième portion selon un trajet de découpe en forme de boucle fermée et une multiplicité d'aimants permanents déposés successivement le long de la gorge de coupe ;

la figure 4 est une vue générale en élévation latérale d'une portion du dispositif de la figure 1 ;

la figure 5 est une vue en élévation latérale illustrant schématiquement une portion essentielle de la machine avec une autre réalisation de l'invention utilisant une multiplicité de mandrins à dépression comme supports d'éléments retenant de façon libérable les aimants permanents ;

les figures 6 et 7 sont des vues en plan prises respectivement selon les lignes VI-VI et VII-VII de la figure 5 ;

les figures 8A et 8B sont des vues latérales et en plan illustrant schématiquement un ensemble d'aimants permanents selon l'invention ;

la figure 9 est une vue similaire à celle de la figure 3, qui est représentée en liaison avec les figures 5 à 7 ;

la figure 10 est une vue en élévation latérale d'une portion essentielle de la machine avec une réalisation de l'invention utilisant une multiplicité d'unités de poussée du type piston hydraulique ou pneumatique pour libérer les aimants permanents respectifs ;

la figure 11 est une vue en plan de dessus similaire aux figures 3 et 9, utilisée en liaison avec la figure 10 ;

la figure 12 est une vue en élévation latérale schématique d'une portion essentielle de la machine avec une variante de la réalisation de la figure 10 ;

la figure 13 est une vue latérale illustrant schématiquement

portante 16a de la console 16 doit être décalée, comme on le voit, et une largeur importante de la surface inférieure de la pièce 6 doit être laissée en porté-à-faux, non portée par la surface portante 16a.

5

Les moteurs 20 et 21 sont entraînés en réponse à des signaux d'entraînement fournis par une unité de commande d'avance d'usinage, par exemple une commande numérique 22, pour déplacer la pièce 6 dans le plan XY transversalement à l'axe de déplacement du fil d'usinage 5, de façon à former une découpe dans la pièce 6. Dans la commande numérique 22 est pré-programmé un trajet de découpe déterminé, c'est-à-dire la trajectoire de la pièce se déplaçant par rapport à l'axe du fil 5, correspondant au contour de découpe recherché à former dans la pièce 6. Les données préprogrammées pour le trajet de découpe sont transformées dans la commande numérique 22 en signaux d'entraînement pour les moteurs 20 et 21. Lorsque les moteurs 20 et 21 tournent, la pièce 6 est déplacée le long du trajet de découpe programmé qui peut être celui représenté en 23 sur la figure 3. La découpe peut commencer à l'endroit de la pièce 6 représenté en A, suivre après le trajet 23 comprenant les endroits B,C,D,E,F,G,H,I, J,K et L pour revenir à l'endroit A.

25 En revenant à la figure 1, on voit en 23b et 23g deux intersections de la gorge de coupe 23 à travers la pièce 6 et il apparaît que la découpe progresse dans la région 23g. Lorsque la découpe progresse, la pièce 6 est progressivement divisée, le long du trajet de découpe 23, entre une portion droite 6a et une portion gauche 6b, comme on le voit sur la fig. 1, par rapport à la gorge 23g. Si l'on considère la gorge en 23b, on voit que la première portion 6a se trouve à gauche et que la deuxième portion 6b se trouve à droite. Tandis que la première portion 6a s'étendant des deux côtés terminaux de la pièce 6 est fermement tenue par l'ensemble support de pièce 16-18, on peut voir que l'autre portion 6a, n'étant pas supportée, tend par son propre poids à tomber de la première portion 6a. La présente invention permet d'éliminer effectivement, non seulement une chute réelle de la deuxième

qui s'étend horizontalement de la colonne de la machine (non représentée) partant verticalement de la base de la machine (non représentée). Le carter tubulaire 1 est incurvé vers le bas et porte à sa partie inférieure une tête de machine 2, qui y est fixée par des boulons 3a et 3b. La tête 2 est également tubulaire pour définir un passage 4 pour un fil 5 amené d'une source d'alimentation (non représentée) et transporté axialement pour traverser une pièce 6 dans une région d'usinage. Le fil 5 est renvoyé sur un galet de guidage 7 de l'horizontale vers le bas à l'intérieur du bras tubulaire 1 et est tiré de façon continue vers l'avant par une unité d'entraînement 8 disposée en aval de la région d'usinage. A l'intérieur de la tête d'usinage tubulaire 2, le fil 5 est guidé entre une paire de galets pinceurs 9 et 10 dont l'un ou les deux peuvent également servir à amener le courant d'usinage au fil 5 dans un dispositif d'usinage par électroérosion. Une unité de galets de freinage 11 est également prévue pour exercer une traction dirigée vers l'arrière sur le fil 5 et le maintenir suffisamment tendu pendant son déplacement à travers la région d'usinage. Deux éléments de support et de guidage du fil d'usinage 12 et 13 sont montés, le premier à l'intérieur de la chambre 2a de la tête d'usinage 2 au dessus de la pièce 6 et le second en dessous de la pièce 6. Un liquide d'usinage en provenance d'un réservoir (non représenté) peut être introduit dans la chambre 2a par un conduit d'arrivée 14 et peut passer dans la région d'usinage à travers une ouverture centrale 15a d'une plaque 15 fixée à l'extrémité inférieure du fût 2b de la tête d'usinage 2 par des boulons 3c et 3d.

30

La pièce 6 est représentée sous la forme d'une plaque s'étendant horizontalement ou dans un plan X-Y et est montée sur une console 16 et bridée sur celle-ci par une contre-plaque 17 et un boulon 18. La console 16 est fixée sur une table de travail 19 à laquelle sont fonctionnellement couplés deux moteurs 20 et 21, lesquels peuvent la déplacer horizontalement. Du fait que le fil mobile 5 traverse la pièce 6 et que son axe doit se déplacer par rapport à la pièce et à travers celle-ci d'une distance donnée de découpe, la surface

35

sont libérés des éléments de retenue respectifs 31a à 31l de l'ensemble support 24 est préprogrammé dans la source d'ordres 33. Dans l'opération de découpe, cette source d'ordres 33 peut procurer une séquence de signaux de déclenchement.

5 Chaque signal de déclenchement peut être émis après un laps de temps prédéterminé après le début de l'usinage, ou bien un signal de déclenchement antérieur est émis indiquant la position de la découpe dans la pièce 6 et de ce fait, la position de l'intersection de la gorge de coupe (en arrière

10 de l'axe avançant du fil 5) avec la rangée circulaire d'aimants permanents 28a-28l projetée sur la surface (supérieure) de la pièce 6. Le signal de déclenchement peut fournir un signal de positionnement qui agit par l'intermédiaire d'un conducteur 34 sur le moteur 27 pour faire tourner l'ensemble

15 support 24 d'un angle prédéterminé programmé de façon à positionner un aimant permanent prédéterminé 28 immédiatement au dessus de cette position d'intersection, et ensuite émettre un signal de commande qui agit, par l'intermédiaire d'un conducteur 35, sur l'enroulement 32a-32l associé à cet ai-

20 mant. Le but du signal de commande est de libérer magnétiquement l'aimant 28 et le projeter vers le bas, par une combinaison de la répulsion magnétique et de la gravité, sur la région de la position précitée d'intersection sur la surface (supérieure) de la pièce 6. Si l'enroulement 32 est conçu

25 pour être normalement désexcité pour retenir l'aimant 28, le signal de commande peut être un signal "1" pour le repousser du noyau 31. Au contraire, si l'enroulement 32 est conçu pour être normalement excité par un signal "1" pour retenir l'aimant 28, le signal de commande peut être un signal "0",

30 mais devrait de préférence être un signal "1" dans le sens opposé ou un signal "-1". L'aimant permanent 28 projeté vers le bas réunit magnétiquement les deux portions 6a et 6b de la pièce qui, bien entendu, est magnétiquement perméable, empêchant ainsi la deuxième portion 6b de tomber de la première

35 portion 6a par son propre poids. Au fur et à mesure que progresse la découpe, les aimants permanents 28a-28l sont successivement libérés en réponse aux signaux de déclenchement séquentiels provenant de la source d'ordres 33 pour être déposés de cette manière sur la gorge de coupe ou

portion qui peut survenir lorsque le trajet de découpe est sur le point de terminer et s'approche de la position de départ A, mais également sa tendance à tomber de la première portion à mi-chemin du parcours 23.

5

La réalisation de l'invention selon la fig. 1 comporte un ensemble support tournant 24, par exemple en plastique, porté sur la tête 2 à rotation autour de l'axe de déplacement du fil 5, Le disque 15 fixé à la tête d'usinage 2 sert à empêcher l'ensemble support 24 de glisser vers le bas. L'ensemble 24 représenté a une bride supérieure 25 sur la périphérie de laquelle est formée une denture 25a engrenant avec un pignon 26. Un moteur 27 est couplé fonctionnellement au pignon 26 et est monté sur un rebord supérieur 2b de la tête d'usinage 2. L'ensemble 24 comporte également à son extrémité inférieure un disque support 29, également en plastique, qui porte de façon libérale une multiplicité d'aimants permanents 28a, 28c, 28e, 28f, 28h, 28i, 28j et 28l, dont on voit seulement 28a et 28h sur la figure 1 et les autres sur la figure 2. Sur la figure 1, le disque 29 peut également être considéré comme une multiplicité de bras partant de l'élément de base tubulaire cylindrique 24a, étant noté que les bras peuvent être repérés en 29a, 29c, 29e, 29f, 29h, 29i, 29j et 29l. Les aimants permanents 28a à 28l sont retenus de façon libérable sur le disque 29 par des supports respectifs 30a à 30l dont on voit seulement 30a et 30h sur la figure 1. Chacun des supports 30a à 30l est repéré en 30 sur la figure 4 et comporte un noyau magnétiquement perméable 31, par exemple en fer, fixé du disque 29 ou à chacun des bras décrits ci-dessus et un enroulement 32 électromagnétiquement associé au noyau 31. Ainsi, dans l'ensemble support 24, chacun des enroulements 32a à 32l peut être normalement maintenu, soit désexcité, soit excité, pour maintenir chaque aimant permanent 28a à 28l attiré sur le noyau 31a à 31l à une certaine distance de la pièce 6.

30

35

Le moteur 27 et les enroulements 32a à 32l fonctionnent sous le contrôle d'une source d'ordres 33. L'ordre séquentiel prédéterminé dans lequel les aimants permanents 28a à 28l

On doit également noter que l'ensemble support n'est pas nécessairement disposé au-dessus de la pièce 6 et qu'il peut être disposé pour supporter les aimants permanents 28 à une certaine distance de la pièce et en-dessous de sa surface inférieure, chacun des aimants étant alors projeté par répulsion magnétique contre l'action de la pesanteur.

On peut mettre en oeuvre diverses autres formes de mécanismes de retenue et de projection incorporés dans les supports 30 de l'ensemble support 24 pour retenir et libérer sélectivement les aimants permanents ou éléments attirables 28 pour les déposer en séquence sur la gorge de découpe 23 sur la pièce 6 ; ces différents mécanismes seront décrits en se référant aux autres figures sur lesquelles on a utilisé les mêmes repères pour indiquer les mêmes composants que les figures 1 à 4.

Sur la figure 5, l'ensemble support 24 comporte une multiplicité de mandrins à dépression 130 montés sur la plaque ou les bras respectifs 29 partant de la base 24a, chacun des mandrins retenant un aimant permanent 28. Sur les figures 6 et 7, la plaque 29, ici encore en une matière non magnétique telle que la matière plastique se présente, comme sur la figure 2, sous la forme d'un disque tenant une multiplicité d'aimants permanents 28a, 28b... 28h avec des mandrins respectifs 130a, 130b... 130h... Deux des aimants permanents 28a et 28e et les mandrins à dépression correspondants 130a et 130e sont représentés sur la figure 5. Chaque mandrin 130 comporte une cavité 131 dans laquelle est logé l'aimant permanent 28, une chambre 132 raccordée à la cavité 131 et une ouverture 133 qui communique avec une pompe aspirante 134 par l'intermédiaire d'un distributeur à trois orifices et deux positions 136. Deux tels distributeurs sont représentés sur la figure 5 et repérés en 136a et 136e. Chaque distributeur 136 comporte un corps 137 et est équipée d'un ressort 138 qui agit sur le corps 137 pour positionner normalement le distributeur 136 de façon que l'orifice 133 soit relié à la pompe à vide 134 afin de maintenir sous vide la chambre 132 et retenir l'aimant permanent 28 dans le siège 131.

le trajet d'usinage 23, en arrière du fil 5, à des endroits
présélectionnés A,C,E,F,H,I,J, et L, comme on le voit sur
la figure 3. On évite en conséquence, non seulement le ris-
que d'une chute réelle de la deuxième portion 6b, mais
5 également la déformation éventuelle de la pièce dans la
zone d'usinage et le défaut de précision d'usinage résultant
du fait du poids de la deuxième portion 6b tendant à tomber
de la première 6a. En plus, l'opération est complètement
automatique et n'exige de l'utilisateur aucune attention au
10 cours de l'opération d'usinage.

On doit noter que la rotation de l'ensemble support 24 n'est
pas essentielle. On peut disposer un nombre prédéterminé
d'aimants permanents 28 et leurs noyaux associés en une ou
15 plusieurs rangées, circulaires ou autres, autour d'un axe
de l'ensemble support 24, le nombre et la disposition étant
choisis en fonction d'un trajet de découpe particulier et des
emplacements sur ce trajet où leurs projections sur la pièce
en mouvement peuvent couper le trajet d'usinage en arrière
20 de la zone de découpe. La source d'ordres 33 peut alors
simplement émettre en succession des signaux de déclenchement
qui sont appliqués aux enroulements 32 associés, au fur et
à mesure que la découpe progresse selon le trajet de découpe.
Chaque signal de déclenchement est émis et appliqué à l'en-
25 roulement 32 à un instant prédéterminé auquel l'aimant cor-
respondant 28 est préprogrammé pour passer sur la gorge ou
trajet de découpe en arrière de la zone de découpe qui avance.

La source d'ordres 33 peut être raccordée par un conducteur,
30 comme il est représenté en tirets, à l'unité de commande
d'avance d'usinage 22 pour fournir en séquence les signaux de
déclenchement et émettre les signaux de positionnement suc-
cessifs pour l'ensemble support 24 afin de positionner les
aimants permanents 28 en séquence immédiatement au dessus
35 des emplacements désirés respectifs sur le trajet de découpe
en arrière de la zone de coupe et/ou émettre les signaux
d'entraînement en séquence pour libérer les aimants perma-
nents positionnés.

manent 28 soit retenu par attraction magnétique et libéré par une pression de fluide. Par exemple, le disque, la plaque ou le bras support 29 peut être en une matière ferromagnétique pour attirer magnétiquement l'aimant permanent 28
5 au stade de retenue. On peut remplacer la pompe à vide 134 par une pompe de pression pneumatique appropriée pour exercer une pression de fluide sur l'aimant permanent afin de le détacher de l'élément 29 contre l'attraction magnétique au stade de libération.

10

La figure 10 montre une réalisation de l'invention dans laquelle chacun d'une multiplicité d'aimants permanents 28 est retenu par attraction magnétique et libéré par la poussée d'un piston dans un support 230, dont deux sont représentés sur le dessin. Chaque support 230 comporte un cylindre 231 en un métal magnétiquement perméable, une chambre 232 formée à l'intérieur du cylindre et un piston 233 ayant une tige de piston 234 s'étendant à coulissement à travers le cylindre 231 vers le bas. Le piston 233 est positionné pour
15 rétracter la tige de piston 234 et maintenir l'aimant permanent 28 attiré sur le cylindre 231. La tige de piston 234 est en une matière magnétiquement non susceptible, telle qu'un plastique comme le disque, la plaque ou les bras 29. Il apparaît qu'il n'est pas nécessaire que tout le corps du
20 cylindre 231 soit magnétiquement perméable, seule sa portion inférieure doit l'être. En outre, sur la figure 10, l'élément 15 forme une chambre 15b à l'extrémité inférieure de la tête d'usinage tubulaire 2, la chambre 15b étant alimentée par le liquide d'usinage par le conduit d'arrivée 14 pour l'amener
25 à travers l'ouverture 15a dans la région de découpe définie entre le fil mobile 5 et la pièce 6. Le guide d'usinage supérieur 12 est logé dans l'élément 15.

Les aimants permanents 28 et leurs supports respectifs 230
35 sur l'ensemble support 24 sont ici encore disposés pour entourer le fil mobile 5 au-dessus ou en-dessous de la pièce 6. La chambre 232 du cylindre dans chaque support 230 présente deux orifices de fluide 236 et 237, qui sont raccordés par un distributeur à quatre orifices et deux positions 238 à une

Chaque distributeur 136a... 136h... est également équipé d'un solénoïde 139 à une borne d'entrée duquel 135a... 135h... la source d'ordres 33 représentée sur la figure 1 peut envoyer un signal d'excitation. Lorsque ce signal arrive à la borne
5 135, le distributeur 136 est commuté pour déconnecter l'orifice 133 et de fait la chambre 132 de la pompe à vide 134, permettant à l'aimant 28 de sortir du siège 131. L'aimant 28 ainsi libéré est projeté vers le bas par la pesanteur et tombe sur la pièce 6 pour réunir les deux portions 6a et 6b au
10 travers de la gorge de découpe 23 comme il a été décrit précédemment.

On doit noter que les aimants permanents 28a... peuvent être remplacés par des masses d'un adhésif approprié.

15

Les figures 8a et 8b montrent un ensemble d'aimant permanent 128 qui peut constituer chacun des éléments 28a,... L'ensemble 128 comporte un aimant permanent cylindrique 140 qui peut être constitué par un alliage magnétique de terres rares,
20 tel que SmCo_5 , qui est logé dans un corps annulaire en matière non magnétique telle que de la matière plastique, laquelle est à son tour logée dans un corps en forme de coupe 142 en une matière magnétiquement perméable, telle que du fer, en contact avec l'aimant permanent 140. Une telle struc-
25 ture convient particulièrement lorsque l'élément 28 est en une matière magnétiquement perméable, comme dans la réalisation des figures 5 à 7. Les portions latérale et arrière 142b et 142c du corps ne peuvent pratiquement pas être attirées magnétiquement sur l'élément support 29, tandis que la
30 surface annulaire frontale 142a peut former un trajet magnétique avec l'aimant permanent 140 lorsqu'il est en contact avec la pièce magnétiquement perméable 6.

Les figures 9 et 11 représentent les aimants permanents 28a...
35 28h déposés sur la pièce 6 et réunissant les deux portions séparées 6a et 6b en travers la gorge de découpe 23.

La réalisation de l'invention représentée sur les figures 5 à 7 peut être modifiée de telle sorte que chaque aimant per-

Une autre modification de l'ensemble d'aimant peut, comme on le voit en 228 sur la figure 13, comporter un aimant permanent 225 sur lequel est fixé un disque 244 en une matière magnétiquement perméable. L'aimant 225 peut être retenu dans la cavité 131 de l'élément 29 au moyen d'un ou de plusieurs éléments de retenue 245, qui peuvent être des ressorts ou un élément en caoutchouc. Le piston 234, normalement rétracté vers le haut, est déplacé vers le bas pour exercer une poussée sur l'ensemble 228 et le libérer contre l'action de retenue exercée par l'élément de retenue 245.

La figure 14 montre une autre forme de l'unité 330 constituant chacune d'une multiplicité de supports portés sur l'ensemble support 24. L'unité 330 comporte un boîtier 331 fixé sur le disque, la plaque ou chacun des bras 29 au moyen des boulons 3e et 3f. Le boîtier 331 est en une matière magnétiquement perméable et l'aimant permanent 28 est magnétiquement attiré sur le boîtier dans une cavité 331a formée à son extrémité inférieure. A l'intérieur du boîtier 331 se trouve une genouillère 332 ayant un point d'articulation 332a à son extrémité supérieure et une broche mobile 332b en son centre. La broche 332b est normalement rappelée vers la gauche par un ressort 333 et un élément ferromagnétique mobile 334 y est fixé. En cet état, le bras inférieur 332c de la genouillère est dégagé de l'aimant permanent 28. L'élément mobile 334 est électromagnétiquement associé à un solénoïde 335 et reçoit un signal d'excitation de la source d'ordres 33 précédemment décrite. Lorsque le solénoïde 335 est excité par ce signal d'excitation, l'élément ferromagnétique 334 est déplacé vers la droite pour repousser le bras inférieur 332c de la genouillère 332 vers le bas. Ce dernier exerce ainsi une poussée sur l'aimant permanent 28 et le libère de son siège 331a.

Le système de commutation à genouillère de la figure 14 peut être modifié comme on le voit sur la figure 15 en remplaçant l'élément ferromagnétique mobile 334 par une came 336 entraînée en rotation par un moteur 337. Lorsque le moteur 337 tourne en réponse à un signal de commande fourni par la

pompe 239 et un réservoir 240. Chaque distributeur 238 comporte un corps 241 et est équipé d'un ressort 242 qui pousse le corps 241 pour raccorder les orifices 236 et 237 à la pompe 239 et au réservoir 240 respectivement. Dans cet état, le

5 piston 233 est rétracté vers le haut et l'aimant permanent 28 est retenu attiré sur le cylindre 231 et logé dans le siège 131. Chaque distributeur 238 est également équipé d'un solénoïde 243 ayant une borne d'entrée 35c... 35e... qui reçoit un signal d'excitation de la source d'ordres 33. Lors-

10 que le signal d'excitation arrive à la borne d'entrée 35, le distributeur 238 est commuté et les orifices 236 et 237 sont raccordés au réservoir 240 et à la pompe 239 respectivement. Il en résulte que la tige de piston 234 se déplace vers le bas et exerce une poussée vers le bas sur l'aimant permanent

15 28. Ce dernier est libéré du siège 131 et projeté pour tomber sur la pièce 6, réunissant les deux portions séparées 6a et 6b au travers de la gorge de découpe 23. En outre, dans cette réalisation la source d'ordres 33 peut émettre un signal de positionnement angulaire qui est appliqué par l'intermédiaire d'un conducteur 34 au moteur 27 pour positionner les supports 130 et les aimants permanents 28 respectivement re-

20 tenus par eux en séquence immédiatement au-dessus des emplacements désirés respectifs sur le trajet de découpe décrit précédemment.

25

Dans une modification représentée sur la figure 12, le cylindre 231 de chaque support 230 est logé dans une ouverture 290 formée à travers le disque, la plaque ou chacun des bras 29 pour que la tige de piston 234 puisse s'y étendre. L'orifice 290 débouche dans la cavité 131 dans laquelle est logé l'aimant permanent 28, celui-ci étant magnétiquement attiré sur l'élément 29 qui est magnétiquement perméable et étant ainsi retenu par le support 230. Lorsque le solénoïde 243 est excité par le signal d'excitation en provenance de la

30 source d'ordres 33, le distributeur 238 est commuté et la tige de piston 234 est poussée vers le bas, libérant ainsi l'aimant permanent 28. Il est bien entendu que l'ensemble magnétique permanent 128 sur la figure 8 peut être avantageusement utilisé avec les réalisations des fig. 10 et 12.

35

est commuté et les orifices 436 et 437 sont respectivement
raccordés à la pompe 439 et au réservoir 440. De ce fait, le
piston 434 et la tige de piston 435 se déplacent vers le bas
comme on le voit sur la figure 17 pour ouvrir les éléments
5 de retenue 431, libérant ainsi l'aimant permanent 28.

Dans la réalisation de l'invention représentée sur la figure
19, chaque aimant permanent 28 est retenu de façon libérable
10 par une pièce en métal élastique et non magnétique 531 dans
chaque ensemble support 530. Dans cette réalisation, la partie
supérieure de l'aimant permanent 28 forme un rebord annu-
laire en saillie 28r reposant sur un épaulement 531a formé
dans la portion inférieure cylindrique 531b de la pièce 531,
laquelle repose à son tour par sa partie supérieure 531c sur
15 l'épaulement constitué par la périphérie d'une ouverture 532
formée à travers l'élément 29 et débouchant dans la cavité
533 pour recevoir avec jeu la partie cylindrique 531b. La
pièce 531 forme, entre sa partie supérieure 531c et sa por-
tion cylindrique 531b, une portion conique divergeant vers
20 le haut 531d pour recevoir à coulissement un corps tronco-
nique 534 formé à l'extrémité inférieure d'une tige 535
ayant à son extrémité supérieure un corps ferromagnétique
536. Ce dernier est électromagnétiquement associé à un en-
roulement de solénoïde 537 excité par une source de courant
25 33b en réponse à un signal d'excitation émis par une portion
de commande 33a de la source d'ordres 33. Lorsque l'enroule-
ment 537 est excité par le signal d'excitation, l'élément
ferromagnétique mobile 536 est déplacé vers le bas, le corps
tronconique 534 vient en contact avec la pièce 531 et le
30 dilate de sorte que l'aimant permanent 28 est libéré de l'é-
paulement support 531a.

La figure 20 montre un autre ensemble support 630 comportant
un élément en forme de coupe 631 en matière non magnétique
35 fixé à un endroit prédéterminé de la plaque, du disque ou de
chacun des bras 29. L'élément en forme de coupe 631, qui est
ouvert en direction de la pièce à découper (non représentée),
définit une cavité 632 pour recevoir avec jeu l'aimant per-
manent 28. Ici encore, la partie supérieure de ce dernier a

source d'ordres 33, la came 336 vient en prise avec le centre mobile 332b de la genouillère 332 et fait s'allonger celle-ci contre l'action du ressort 333. Le bras inférieur 332c de la genouillère 332 est déplacé vers le bas pour libérer l'aimant permanent 28 du siège 331a.

Il apparaît qu'on peut également utiliser ici l'ensemble d'aimant permanent 128 représenté sur la figure 8. En outre, on peut avantageusement inclure dans le siège 331 des éléments de retenue élastiques 245 représentés sur la figure 13.

La figure 16 montre une autre réalisation de l'invention dans laquelle on utilise une multiplicité de supports à ciseaux 430 pour retenir de façon libérable une multiplicité d'aimants permanents 28. Chacun de ces supports 430, portés par la plaque, le disque ou les bras respectifs 29 comme représenté sur les figures 16 et 18 peut, comme on le voit sur la figure 17, comporter une paire d'éléments de retenue 431 avec un ressort 432 intercalé entre leurs faces terminales opposées 431a pour servir de siège pour retenir l'aimant permanent 28. Un cylindre 433 est intercalé entre les extrémités opposées des autres branches 431b et un piston 434 est logé à l'intérieur. Le piston 434 a une tige de piston 435 s'étendant à travers une extrémité du cylindre 433 pour venir en prise avec une des branches 431b. Le cylindre 433 comporte deux orifices 436 et 437 pouvant être raccordés, par l'intermédiaire d'un distributeur à quatre orifices et deux positions 438, à une pompe hydraulique ou pneumatique 439 et à un réservoir 440. Le distributeur 438 comporte un corps 441 et est équipé d'un ressort 442 pour rappeler le corps 441 de façon à raccorder normalement les orifices 437 et 436 respectivement à la pompe 439 et au réservoir 440 pour maintenir le piston 434 dans sa position supérieure, comme on le voit sur la figure 17, à l'intérieur du cylindre 433. De ce fait, l'aimant permanent 28 est fortement retenu par les éléments de retenue 431. Le distributeur 438 est également équipé d'un solénoïde 443 pouvant recevoir un signal d'excitation de la source d'ordres 33. Lorsque le solénoïde 443 est excité par ce signal d'excitation, le distributeur 438

Revendications

1. Procédé de découpe d'un contour dans une pièce, fixée partiellement sur un support de pièce, en transportant axialement un outil allongé à travers la pièce tout en déplaçant l'un par rapport à l'autre le support de pièce et l'outil allongé mobile pour faire avancer la pièce transversalement à l'axe de déplacement de l'outil allongé le long d'un trajet de découpe programmé décrivant le contour à obtenir grâce à quoi la pièce est progressivement divisée, le long du trajet de découpe progressant, en une première portion restant fixée sur le support de pièce et une deuxième portion tendant par son propre poids à tomber de la première portion, le procédé empêchant effectivement la deuxième portion de tomber et étant caractérisé en ce que :
- 15 (a) on juxtapose à la pièce (6), à une certaine distance de celle-ci, une multiplicité d'éléments attirables (28) retenus, de façon libérable, par des supports respectifs (30) sur un ensemble support (29) chaque élément pouvant, lorsqu'il est rapproché de la pièce, être attiré de façon permanente sur celle-ci ;
- 20 (b) on commence la découpe de la pièce en maintenant les éléments attirables respectivement retenus par leur support ; et,
- (c) au cours de la découpe du contour dans la pièce, on libère successivement les éléments attirables et on les projette de leurs supports respectifs pour les déposer successivement en des endroits mutuellement espacés sur le trajet de découpe progressant, de telle sorte que chaque élément réunisse la première et la deuxième portion.
- 25
- 30 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au stade (a), on positionne l'ensemble support pour disposer les éléments attirables autour de l'axe mobile de l'outil de découpe allongé (5) au voisinage d'une surface de la pièce.
- 35 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la pièce est portée par le support de pièce (16) de façon à pouvoir se déplacer dans un plan horizontal.

un rebord annulaire en saillie 28r reposant sur deux tiges 633 s'étendant horizontalement dans un plan commun dans la cavité 633 et y couissant à travers une paire de trous 634 en provenance de deux boîtiers 635, chacune sous la pression exercée par un ressort 636. Chaque tige 633 est ferromagnétique et ici encore électromagnétiquement associée à un enroulement d'excitation 637. Lorsqu'un signal d'excitation est fourni à chaque enroulement 637 à partir de la source d'ordres (non représentée), chaque tige est rétractée contre la pression du ressort 636 et libère l'aimant permanent 28 pour lui permettre de tomber par gravité en direction de la pièce. L'élément en forme de coupe 631 comporte également un commutateur actionnable par, pression 638 qui, lorsqu'il est enfoncé, coupe le courant d'excitation arrivant aux bobines 637. Pour permettre à l'aimant permanent 28 d'être correctement placé dans la cavité 632, l'enroulement 637 est excité pour rétracter les tiges 633. L'aimant permanent 28 peut alors être correctement placé à l'intérieur de la cavité 632 en le poussant contre le commutateur de pression 638. Ce dernier est alors actionné pour couper le courant d'excitation des enroulements 637, et les tiges 632 se déplacent vers l'avant pour retenir l'aimant permanent 28.

aux stades (a) et (b), chaque aimant est retenu sur son support au moins partiellement par l'attraction magnétique d'un élément ferromagnétique constituant au moins une portion de ce support.

5

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que, au stade (c), chaque aimant est libéré au moins en partie en appliquant une répulsion magnétique à cet aimant contre l'action de l'élément ferromagnétique.

10

12. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que, au stade (c), chaque aimant est libéré au moins en partie en appliquant à cet aimant une poussée mécanique suffisante pour le détacher de l'élément ferromagnétique contre l'action de

15 l'attraction magnétique.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la poussée mécanique est appliquée à l'aimant au moyen d'un piston.

20

14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la poussée mécanique est appliquée à l'aimant au moyen d'une genouillère.

25 15. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que, au stade (c), chaque aimant est libéré au moins en partie en appliquant à cet aimant une pression de fluide suffisante pour le détacher de l'élément ferromagnétique contre l'action de l'attraction magnétique.

30

16. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que, aux stades (a) et (b), chaque aimant est retenu sur son support au moins en partie en lui appliquant une dépression suffisante pour attirer l'élément sur au moins une portion

35

17. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que, au stade (c), chaque aimant est libéré au moins en partie en supprimant cette dépression.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les éléments attirables sont portés par l'ensemble support de façon à se trouver au voisinage de la surface supérieure de la pièce.

5

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les éléments attirables sont portés par l'ensemble support de façon à se trouver au voisinage de la surface inférieure de la pièce.

10

6. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, au stade (c) l'ensemble support (29) est maintenu en position, tandis que le support de pièce (16) est déplacé horizontalement pour faire avancer la pièce pendant la découpe du contour, et en ce que, au stade (a), on positionne les éléments attirables sur l'ensemble support dans une position prédéterminée programmée pour permettre à ces éléments attirables d'être successivement déposés aux emplacements voulus lorsque progresse la découpe le long du trajet de découpe.

20

7. Procédé selon la revendication 3, dans lequel l'ensemble support est adapté pour tourner autour d'un axe vertical perpendiculaire au plan horizontal, caractérisé en ce que, au stade (a), on positionne les éléments attirables sur l'ensemble support en une ou plusieurs rangées autour de l'axe de rotation et en ce que, au stade (c) avant de libérer chaque élément attirable de son support, on fait tourner l'ensemble d'un angle programmé pour disposer l'élément attirable au voisinage immédiat de l'emplacement sur le trajet de découpe préprogrammé pour y déposer cet élément.

30

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'axe de rotation coïncide pratiquement avec l'axe de déplacement de l'outil allongé.

35

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacun des éléments attirables est un aimant permanent.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que,

25. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, au stade (c) chaque élément attirable est projeté au moins en partie par la gravité.

5 26. Procédé selon la revendication 4 ou la revendication 5, caractérisé en ce que, au stade (c), chaque élément attirable libéré de son support est projeté au moins en partie par une poussée mécanique exercée sur lui par un élément solide constituant au moins une portion du support.

10

27. Procédé selon la revendication 4 ou la revendication 5, caractérisé en ce que, au stade (c), chaque élément attirable libéré de son support est projeté au moins en partie par une pression de fluide.

15

28. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'outil de découpe a la forme d'un fil, d'un ruban ou d'une bande en une matière conductrice de l'électricité pour découper par électroérosion ce contour dans la pièce.

20

29. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'outil de découpe a la forme d'un fil, d'un ruban ou d'une bande revêtu de particules abrasives.

25 30. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément attirable est une masse d'adhésif.

31. Dispositif à utiliser en liaison avec une machine pour découper un contour dans une pièce, ayant un support de
30 pièce pour porter partiellement la pièce sur sa surface portante, un outil de découpe allongé, des moyens pour transporter axialement l'outil de découpe allongé à travers la pièce, et des moyens d'avance d'usinage pour déplacer l'un par rapport à l'autre le support de pièce et l'outil de
35 découpe allongé mobile pour faire avancer la pièce transversalement à l'axe de déplacement de l'outil de découpe allongé selon un trajet de découpe programmé et définissant le contour, grâce à quoi la pièce est progressivement divisée, le long du trajet de découpe, en une première portion restant

18. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que aux stades (a) et (b) chaque aimant est retenu sur son support au moins en partie par une tenue élastique de moyens de bridage constituant au moins une portion du support et adaptée pour retenir l'aimant au moins en partie contre l'action de la gravité.
19. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que, aux stades (a) et (b), chaque aimant est retenu sur son support au moins en partie en le bridant par une multiplicité de leviers constituant au moins une portion de support et adaptée pour le retenir au moins en partie contre l'action de la gravité.
20. Procédé selon la revendication 18 ou la revendication 19, caractérisé en ce que, au stade (c) l'aimant est libéré en supprimant l'action des moyens de bridage sur l'aimant.
21. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on émet en séquence des signaux de déclenchement pour libérer les éléments attirables de leurs supports respectifs et les projeter en séquence pour les déposer en des endroits espacés l'un de l'autre sur le trajet de découpe.
22. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce que chaque signal de déclenchement est émis à un instant prédéterminé préprogrammé en liaison avec une trajectoire de la projection sur la pièce de l'aimant permanent correspondant porté par l'ensemble support coupant le trajet de découpe situé derrière l'axe avançant de l'outil de découpe allongé.
23. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce que chaque signal de déclenchement est émis en fonction de la position de l'axe de déplacement de l'outil de découpe avançant le long de la trajectoire de découpe.
24. Procédé selon la revendication 22, caractérisé en ce que la trajectoire de découpe a la forme d'une boucle fermée.

que les moyens de positionnement sont conçus pour disposer les supports d'éléments sur l'ensemble support au voisinage de la surface supérieure de la pièce.

- 5 36. Dispositif selon la revendication 34, caractérisé en ce que les moyens de positionnement sont conçus pour disposer les supports d'éléments sur l'ensemble support au voisinage de la face inférieure de la pièce.
- 10 37. Dispositif selon la revendication 34, caractérisé en ce que l'ensemble support est rendu fixe avec ses moyens de positionnement, tandis que le support de pièce est déplacé horizontalement par les moyens d'avance d'usinage pour faire avancer la pièce et en ce que les supports d'éléments sont
- 15 positionnés sur l'ensemble support selon une disposition prédéterminée programmée pour permettre aux éléments attirables d'être successivement libérés par les moyens de commande pour les déposer en séquence sur les endroits respectifs sur le trajet de découpe.
- 20 38. Dispositif selon la revendication 34, dans lequel l'ensemble support peut tourner par rapport aux moyens de positionnement autour d'un axe de rotation vertical perpendiculaire au plan horizontal et les supports sont positionnés sur
- 25 l'ensemble support en une ou plusieurs rangées autour de cet axe de rotation, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pouvant être actionnés avant que chaque élément attirable soit libéré de son support pour faire tourner l'ensemble d'un angle programmé et disposer l'élément attirable au voisinage immédiat de l'endroit prévu sur le trajet de découpe
- 30 préprogrammé pour déposer cet élément.
39. Dispositif selon la revendication 38, caractérisé en ce que les moyens de positionnement sont conçus pour positionner
- 35 l'axe de rotation de l'ensemble support de façon qu'il coïncide pratiquement avec l'axe de déplacement de l'outil de découpe allongé.
40. Dispositif selon la revendication 31, caractérisé en ce

fixée sur le support de pièce et une deuxième portion tendant, par son propre poids, à tomber de la première portion, le dispositif étant conçu pour empêcher la deuxième portion de tomber de la première portion, et se caractérisant en ce

5 qu'il comporte une multiplicité de supports (30) montés sur un ensemble support (29) pour retenir de façon libérable une multiplicité d'éléments attirables (28), chacun de ces éléments pouvant, lorsqu'il est rapproché de la pièce (6), être attiré de façon permanente sur celle-ci, des moyens de retenue associés aux supports d'éléments pour retenir les éléments

10 attirables respectifs retenus sur ces supports et juxtaposés à la pièce à une certaine distance de celle-ci, et des moyens de commande associés aux moyens de retenue, adaptés pour supprimer les actions de retenue des éléments attirables par

15 leurs supports respectifs et, lorsque la machine fonctionne pour découper le contour de la pièce, actionnables automatiquement en réponse à des signaux de déclenchement successifs espacés dans le temps pour repousser successivement les éléments attirables respectifs de leurs supports individuels et

20 les déposer successivement en des endroits mutuellement espacés sur le trajet de découpe de façon que chacun des éléments réunisse la première et la deuxième portion.

32. Dispositif selon la revendication 31, caractérisé en ce

25 qu'il comporte des moyens pour positionner l'ensemble support afin de disposer les éléments attirables autour de l'axe de déplacement de l'outil de découpe allongé au voisinage d'une surface de la pièce.

30 33. Dispositif selon la revendication 32, caractérisé en ce que les moyens de positionnement (24) comportent au moins une portion d'une tête d'usinage de la machine.

34. Dispositif selon la revendication 32, caractérisé en ce

35 que la pièce (6) est portée par le support de pièce (16) de façon à pouvoir être déplacée par les moyens d'avance d'usinage dans un plan horizontal.

35. Dispositif selon la revendication 34, caractérisé en ce

portent des moyens pour appliquer une dépression à l'aimant correspondant afin de le retenir sur son support.

5 48. Dispositif selon la revendication 47, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement comportent des moyens pour supprimer cette dépression.

10 49. Dispositif selon la revendication 40, caractérisé en ce que les moyens de retenue comportent des moyens de bridage mécaniques pour retenir chaque aimant permanent au moins partiellement contre l'action de la pesanteur.

15 50. Dispositif selon la revendication 49, caractérisé en ce que les moyens de bridage comportent un élément élastique pour tenir élastiquement l'aimant.

20 51. Dispositif selon les revendications 49 ou 50, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement comportent des moyens pour supprimer l'action de bridage des moyens de bridage sur l'aimant.

que chaque élément attirable est un aimant permanent.

5 41. Dispositif selon la revendication 40, caractérisé en ce que les moyens de retenue comportent un élément ferromagnétique constituant au moins une portion de chaque support d'élément pour attirer magnétiquement l'aimant permanent correspondant.

10 42. Dispositif selon la revendication 41, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement comportent des moyens d'enroulement électromagnétiquement associés à l'élément ferromagnétique et excitables en réponse à un signal de déclenchement pour produire une répulsion magnétique à travers cet élément ferromagnétique pour repousser l'aimant et libérer
15 ce dernier.

20 43. Dispositif selon la revendication 41, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement comportent des moyens mécaniques associés aux moyens de retenue pour chacun des supports retenant l'aimant correspondant et actionnables en réponse à un signal de déclenchement pour appliquer une poussée magnétique à l'aimant et le libérer de l'élément ferromagnétique contre l'attraction magnétique.

25 44. Dispositif selon la revendication 43, caractérisé en ce que les moyens mécaniques sont un piston.

30 45. Dispositif selon la revendication 43, caractérisé en ce que les moyens mécaniques sont une grenouillère.

46. Dispositif selon la revendication 41, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement comportent des moyens de pression de fluide actionnables en réponse à un signal de déclenchement pour appliquer une pression de fluide à l'aimant permanent et le détacher de l'élément ferromagnétique.
35

47. Dispositif selon la revendication 40, caractérisé en ce que les moyens de retenue de chaque support d'élément com-

FIG. 1.

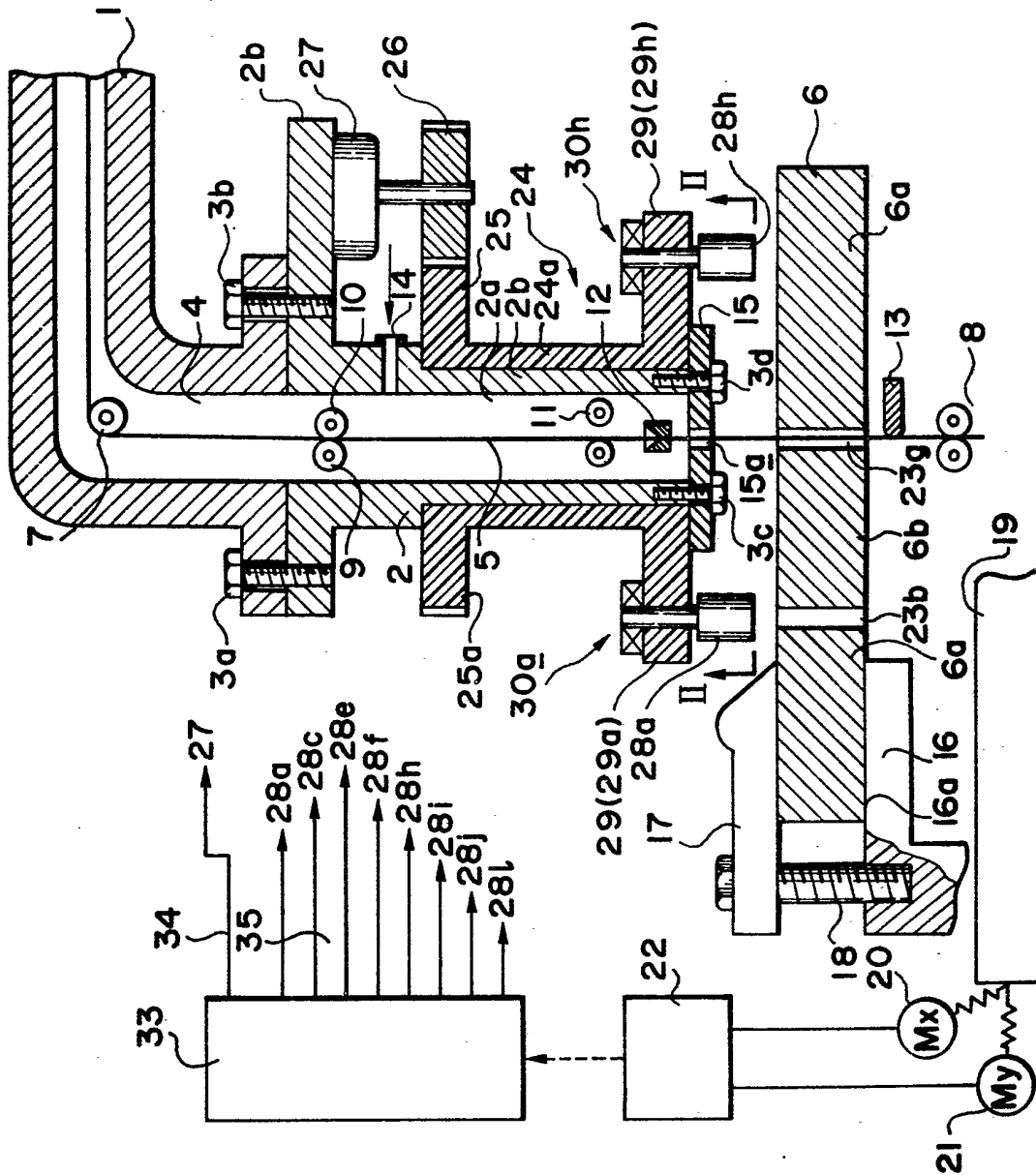


FIG. 2

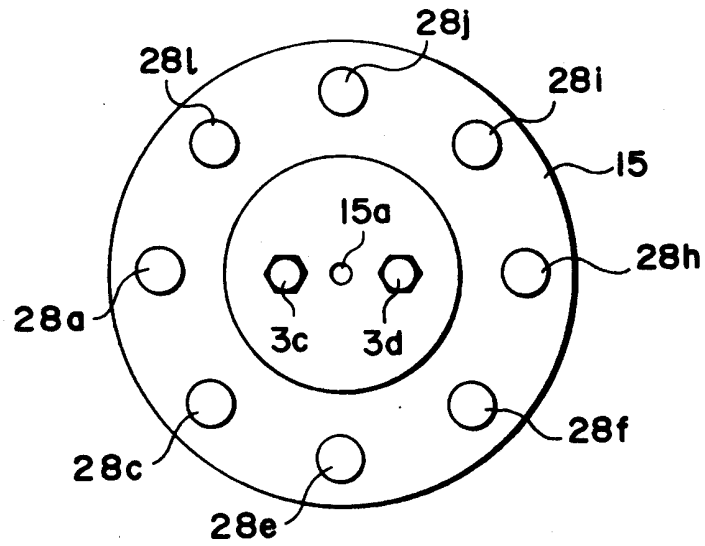


FIG. 3

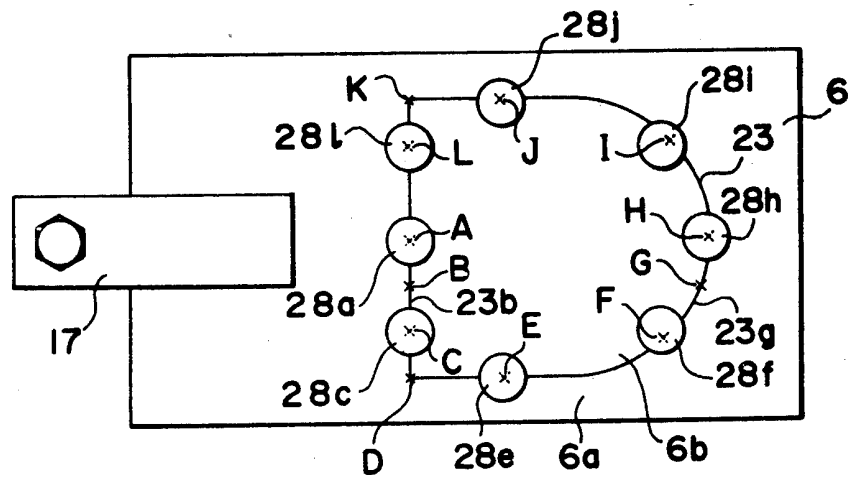


FIG. 4

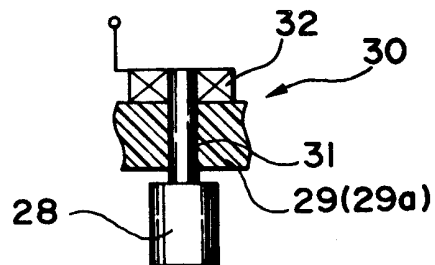


FIG. 5

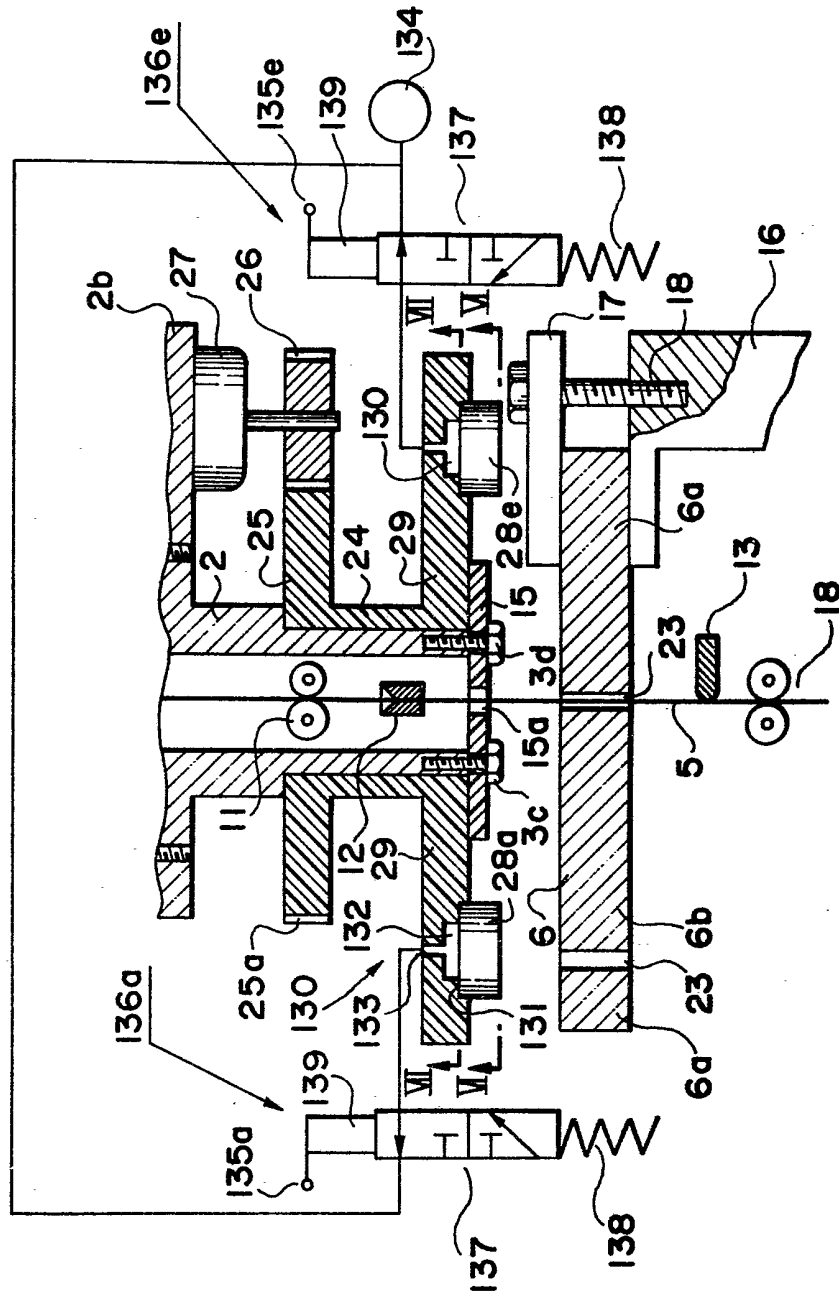


FIG. 6

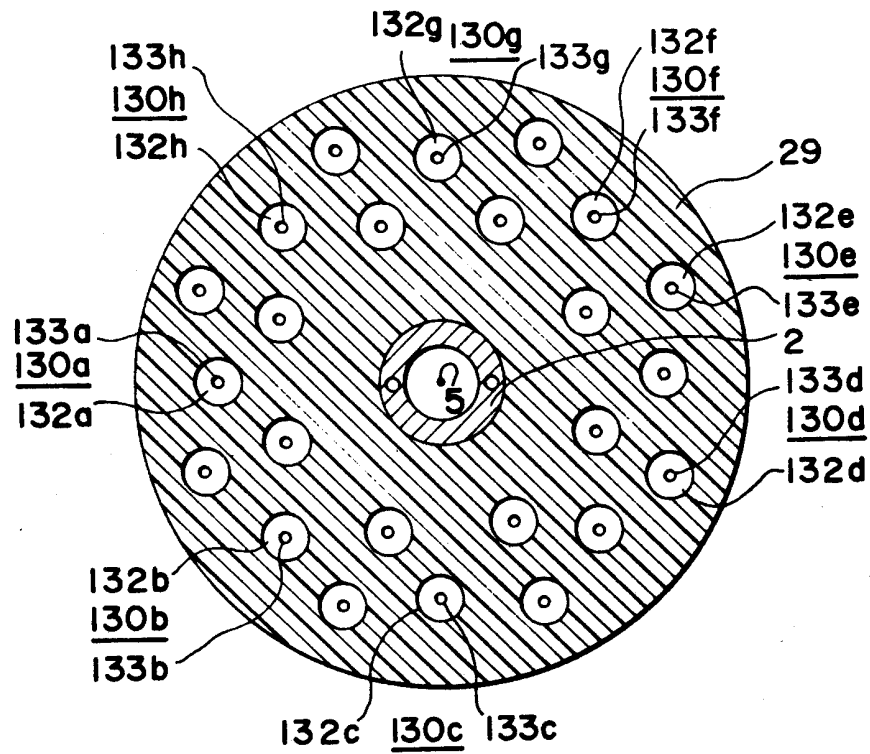


FIG. 7

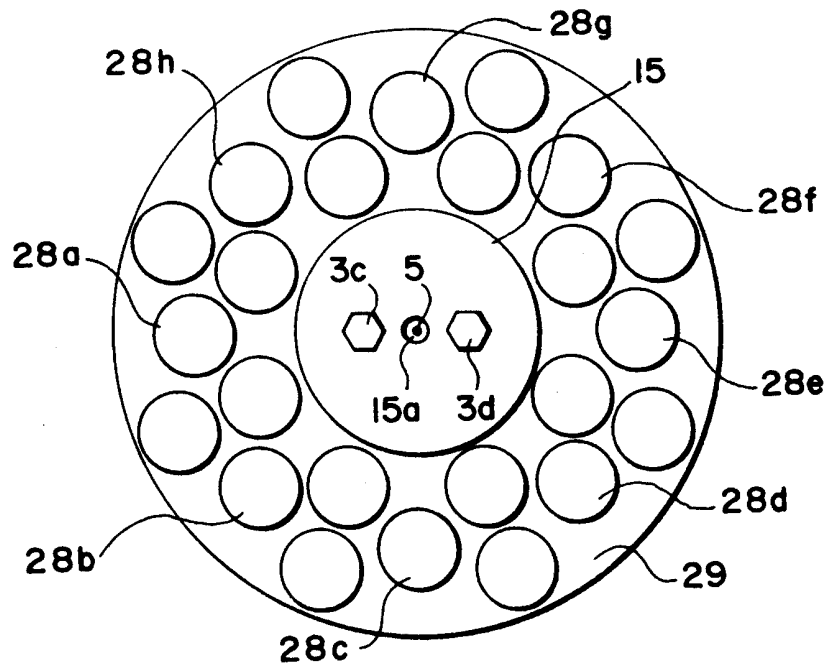


FIG.8

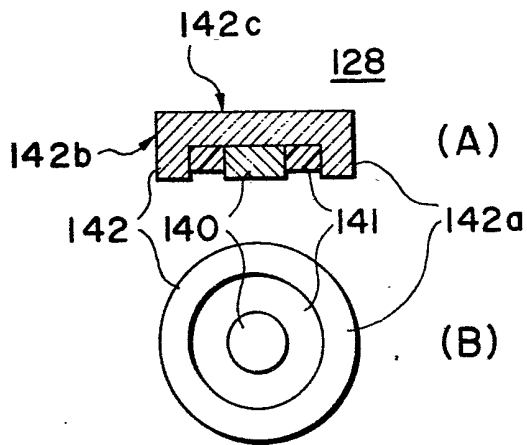


FIG.13

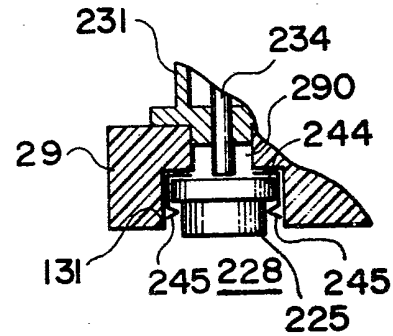


FIG.14

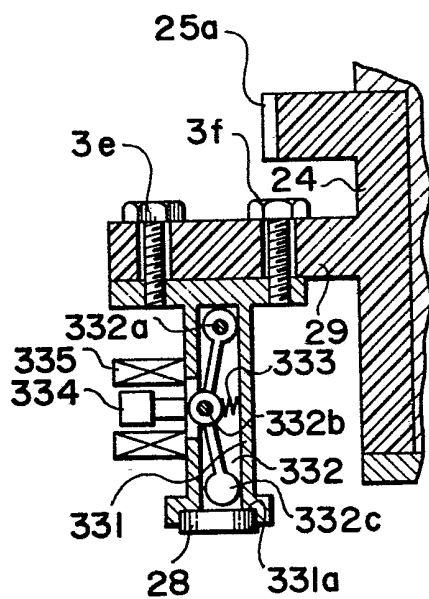


FIG.15

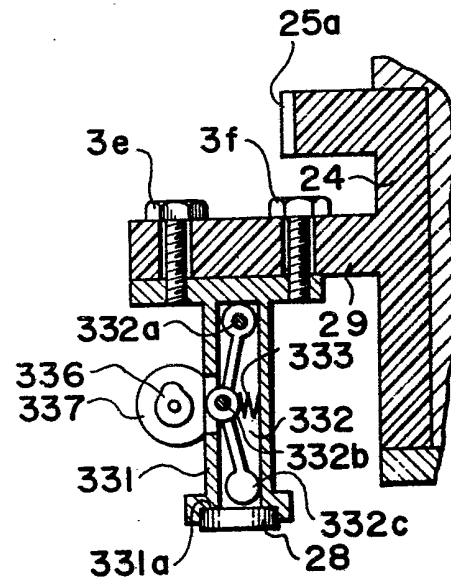


FIG. 9

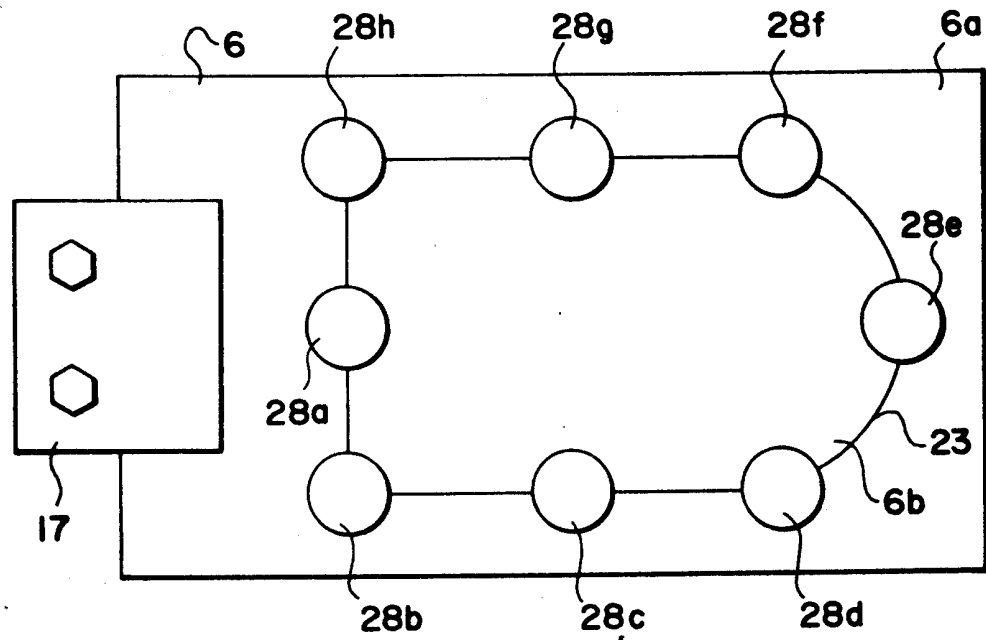


FIG. 11

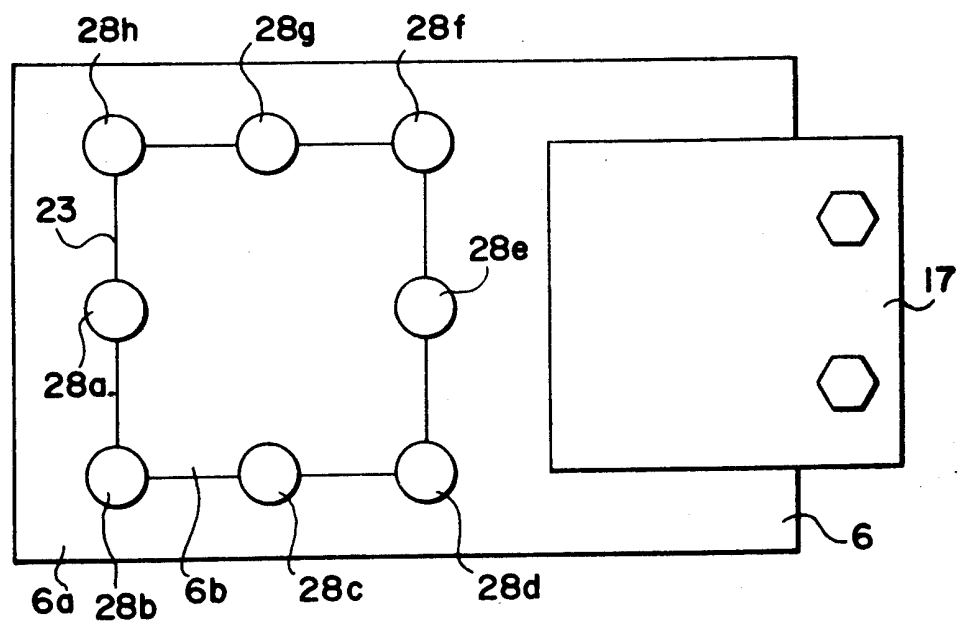


FIG.10

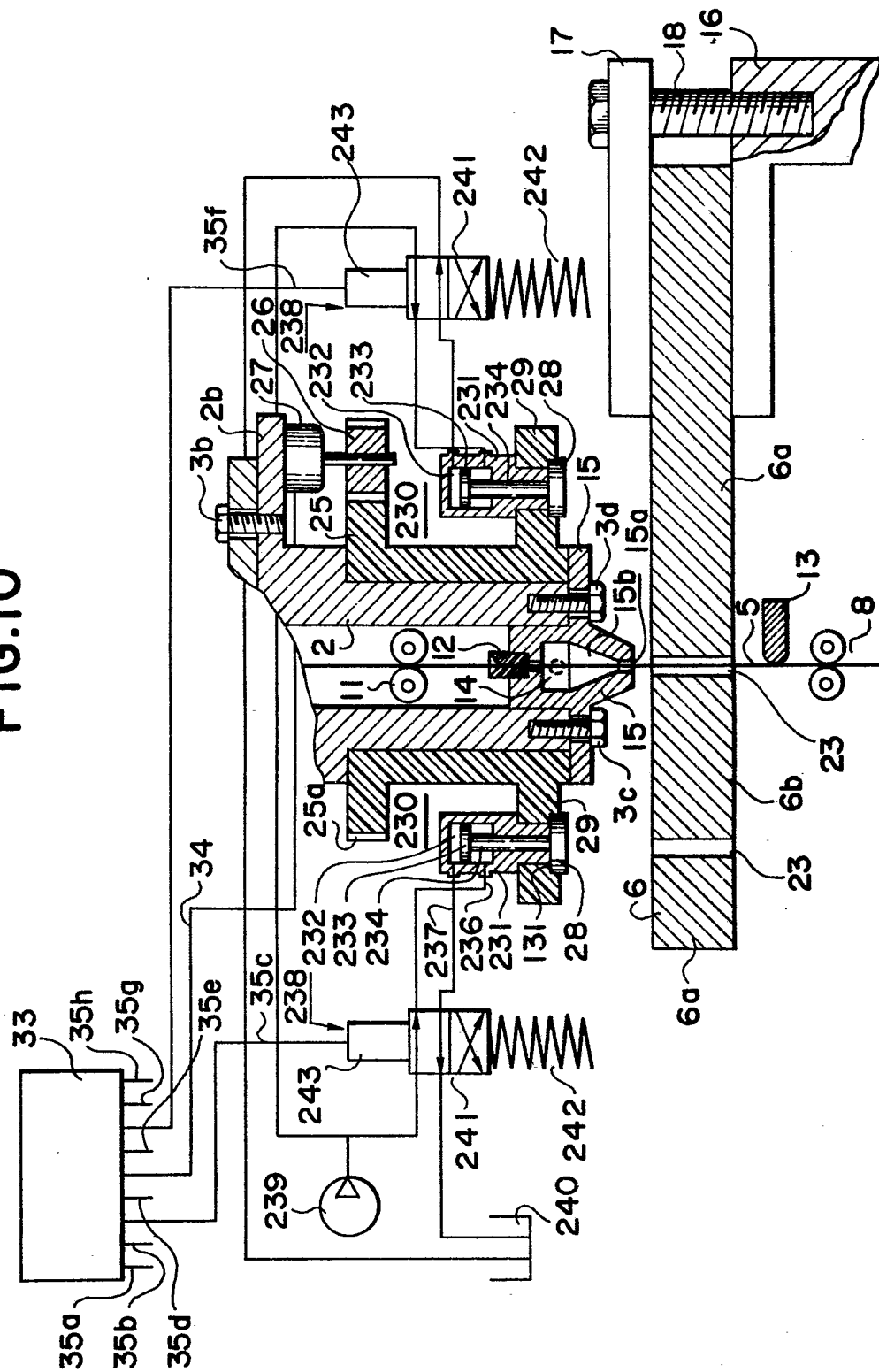


FIG.17

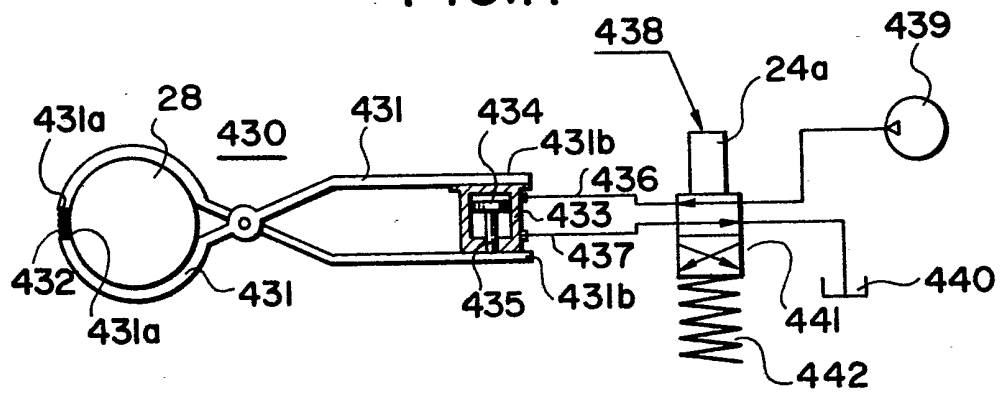


FIG.18

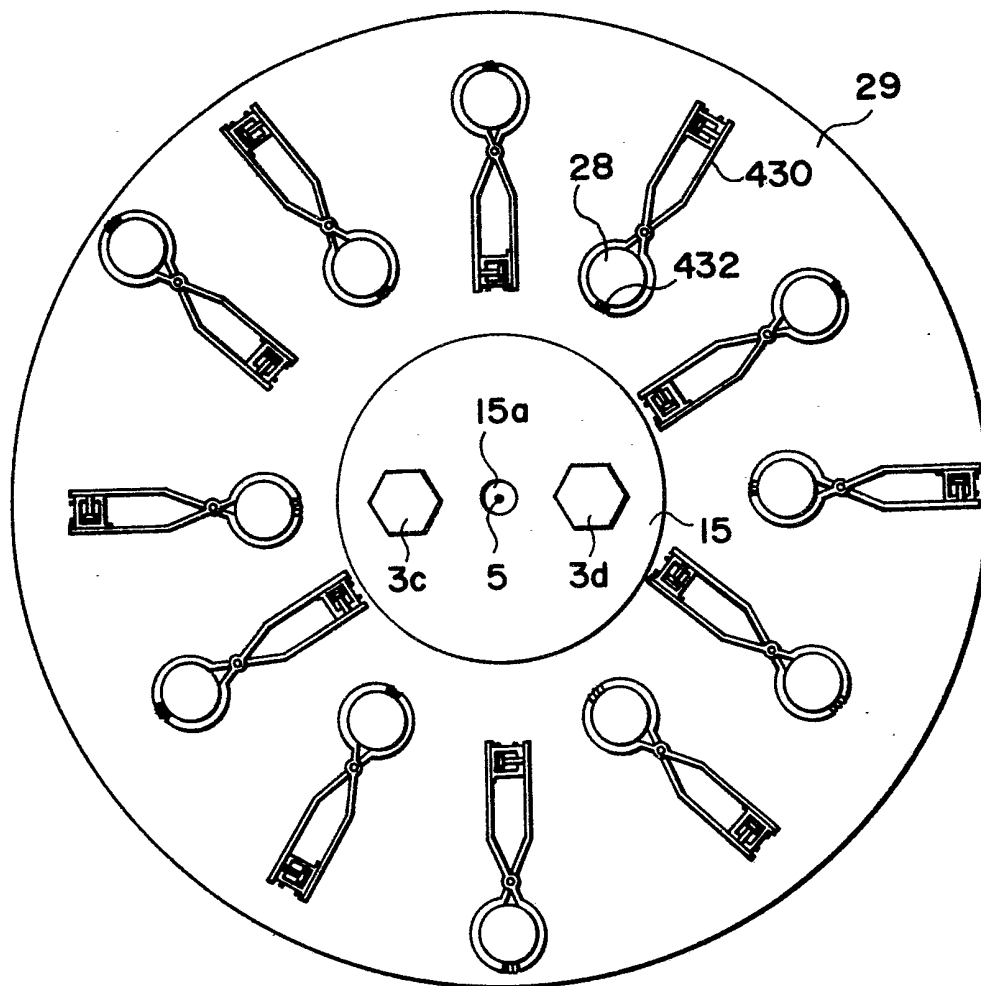


FIG. 16

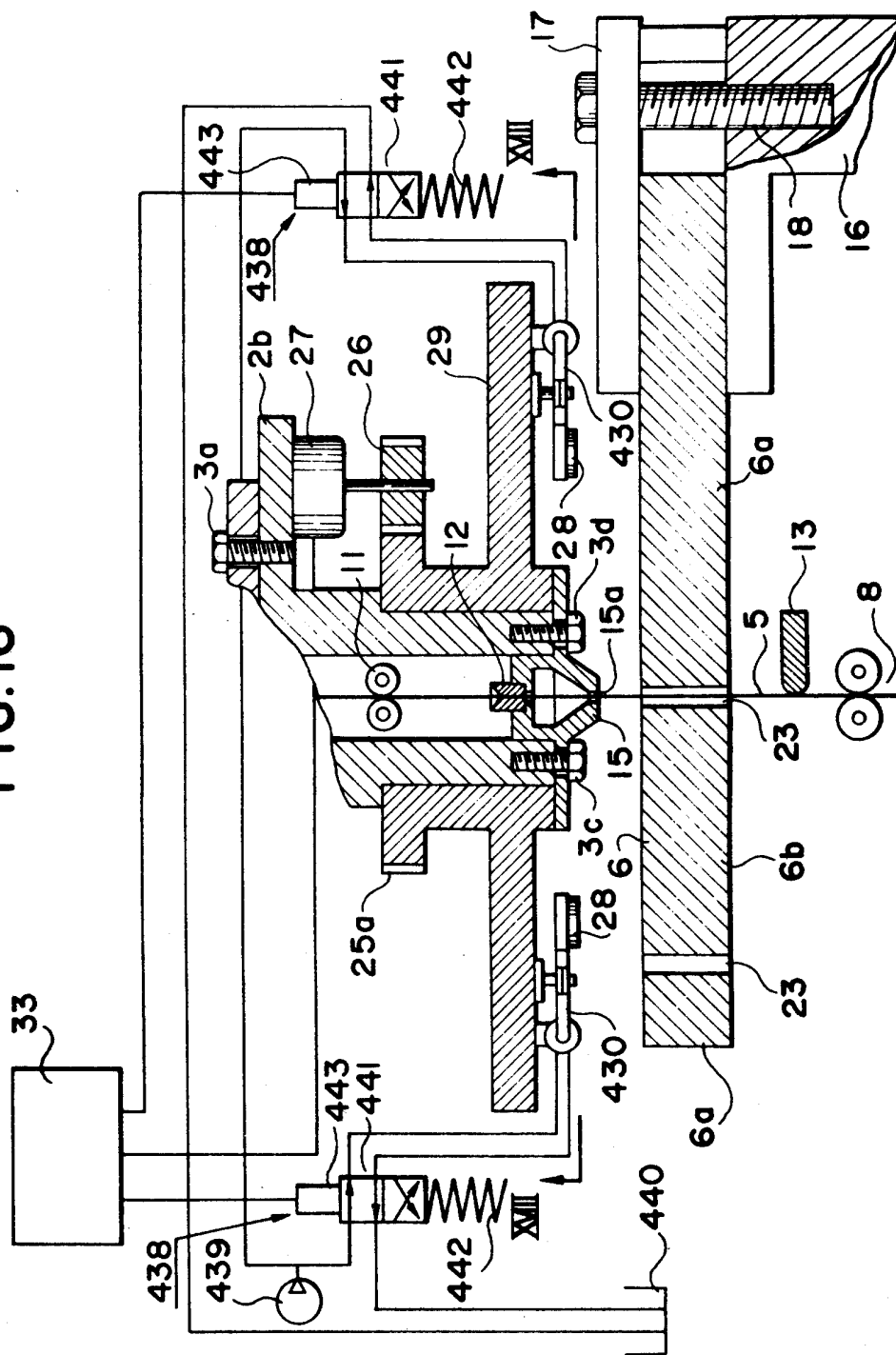


FIG. 19

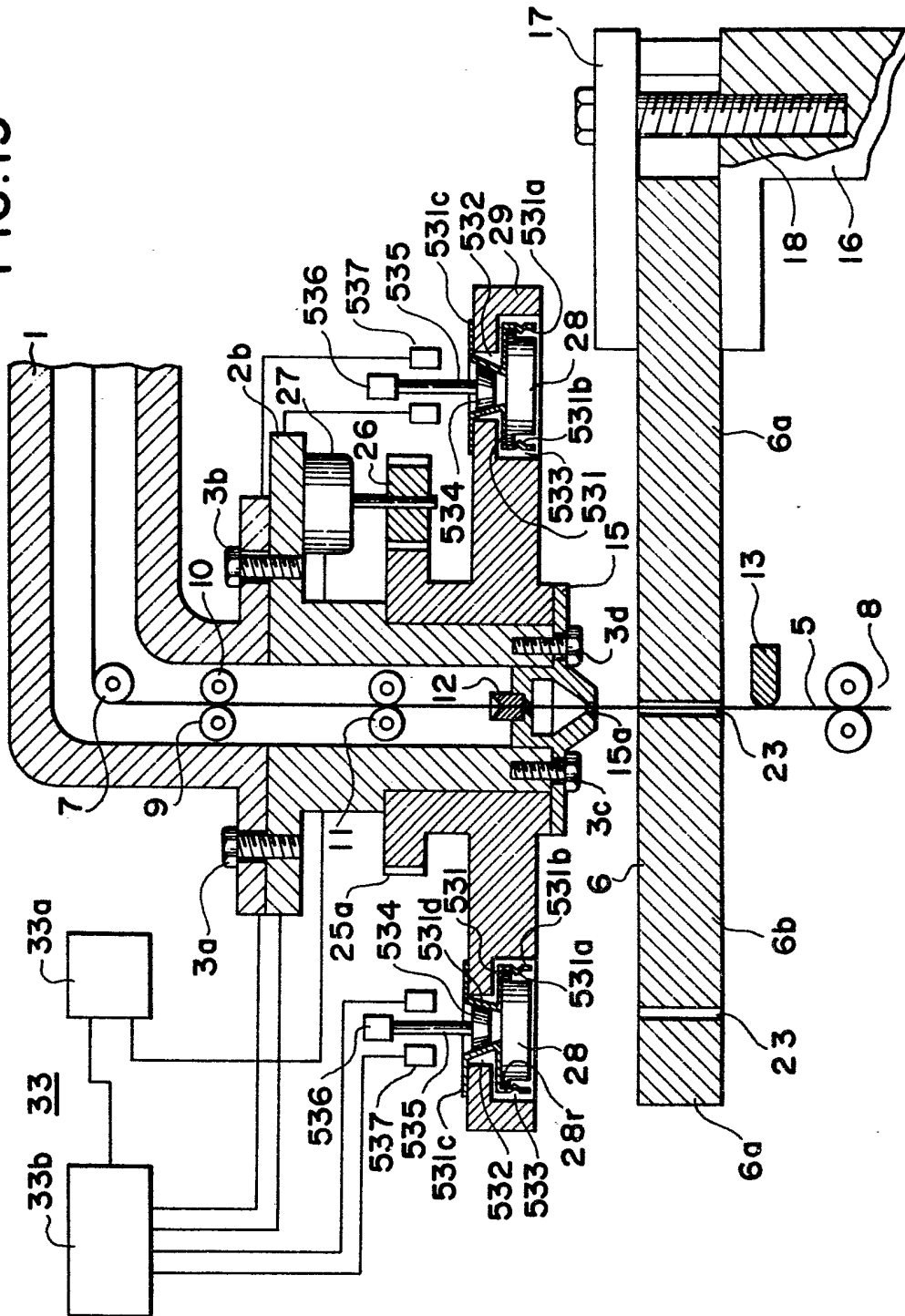


FIG. 20

