RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 515 378**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 82 17942**

(54) **Procédé de commande de sélection d'outils d'un centre d'usinage.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **G 05 B 19/18; B 23 Q 39/00.**

(22) Date de dépôt..... 26 octobre 1982.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *JP, 28 octobre 1981, n° 173587/1981.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 17 du 29-4-1983.

(71) Déposant : Société dite : YAMAZAKI MACHINERY WORKS, LTD. — JP.

(72) Invention de : Hiroyuki Kanematsu, Akimitsu Nagae, Kiyohisa Mizoguchi et Hajime Ohashi.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bureau D. A. Casalonga, office Josse et Petit,
8, av. Percier, 75008 Paris.

Procédé de commande de sélection d'outils d'un centre d'usinage.

La présente invention se rapporte à un procédé de commande de sélection d'outils d'un centre d'usinage.

Jusqu'à présent, pour qu'un usinage prédéterminé puisse être effectué par un centre d'usinage, il fallait donner à la machine, à chaque moment de l'usinage, des instructions concernant l'outil à utiliser selon la forme d'usinage. C'est pourquoi le programmeur établit ordinairement un programme d'usinage qui sera exécuté par le centre d'usinage, en déterminant le genre d'outils à utiliser et la séquence d'utilisation optimum de ces outils afin d'obtenir la forme finale représentée sur les dessins. Cette programmation demande cependant beaucoup de travail et de temps et exige, en outre, un programmeur expérimenté qui possède des connaissances étendues dans le domaine concerné, en plus de l'opérateur qui conduit effectivement la machine, afin d'obtenir un fonctionnement satisfaisant de cette dernière. Ces exigences réduisent le développement ou la popularisation du centre d'usinage et le rendent peu pratique.

Dans ces conditions, on a proposé un procédé dans lequel l'usinage est classé, selon la forme d'usinage, dans l'un des trois modes suivants : mode d'usinage ponctuel, mode d'usinage linéaire et mode d'usinage de surfaçage, et dans lequel, lorsque l'opérateur a introduit la forme d'usinage représentée sur les dessins, en fonction de ces trois modes, le programme d'usinage est établi automatiquement sur le côté de la machine, cette dernière effectuant l'usinage conformément au programme ainsi établi de sorte que la nécessité de la programmation par un programmeur est éliminée, ce qui permet d'éviter l'inconvénient de l'art antérieur, mentionné ci-dessus. Au stade actuel du développement, cependant, aucun procédé n'a été mis au point pour sélectionner automatiquement les outils d'usinage et pour déterminer la séquence d'utilisation des outils à partir du mode d'usinage introduit par l'opérateur. La mise au point d'un tel procédé fait l'objet d'une demande croissante.

En conséquence, l'objet principal de la présente invention est de fournir un procédé de commande de sélection des outils d'un centre d'usinage, dans lequel, lorsque l'opérateur donne simplement une instruction relative aux unités d'usinage conformément aux modes d'usinage, les types d'outils à utiliser dans les unités d'usinage ainsi que la séquence d'utilisation de ces outils sont déterminés automatiquement.

A cet effet, le procédé de commande de sélection d'outils d'un centre d'usinage suivant la présente invention comprend les stades sui-

vants : classement de l'usinage requis dans le mode d'usinage ponctuel, le mode d'usinage linéaire ou le mode d'usinage de surfaçage, conformément à la forme d'usinage ; introduction de chacun de ces modes d'usinage dans plusieurs unités d'usinage ; stockage, dans une mémoire de combinaison d'outils, des lignes de combinaison d'outils contenant les noms des outils de la séquence d'utilisation pour chaque unité respective d'usinage ; désignation d'une des unités d'usinage pour extraire de la mémoire la ligne de combinaison d'outils, sous forme d'un bloc ; et exécution de l'unité d'usinage désignée conformément aux types d'outils et à la séquence d'utilisation des outils présentés par la ligne de combinaison d'outils.

La présente invention sera bien comprise à la lecture de la description suivante faite en relation avec les dessins ci-joints, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation d'un exemple de centre d'usinage auquel est appliqué le procédé qui fait l'objet de la présente invention ;
- la figure 2 est une vue de côté du centre d'usinage représenté à la figure 1 ;
- la figure 3 est un schéma fonctionnel de commande du centre d'usinage représenté à la figure 1 ;
- la figure 4 est une illustration des unités d'usinage pour différents modes d'usinage ;
- la figure 5 est une vue de face représentant les formes d'usinage des unités d'usinage constituant un mode d'usinage ponctuel ;
- la figure 6 représente les formes d'usinage de diverses unités d'usinage incluses dans un mode d'usinage linéaire, dans lesquelles les parties (a) sont des vues en plan tandis que les parties (b) sont des vues de face ;
- la figure 7 représente les formes d'usinage de diverses unités d'usinage incluses dans un mode d'usinage de surfaçage, dans lesquelles les parties (a) sont des vues en plan tandis que les parties (b) sont des vues de face ; et
- la figure 8 est une illustration schématique du contenu d'une mémoire de combinaison d'outils.

Comme le représentent les figures 1 et 2, le centre 1 d'usinage auquel est appliqué le procédé qui fait l'objet de la présente invention, comprend un corps principal 2 et une table 3 qui est mobile dans le plan horizontal suivant deux axes orthogonaux X-Y par rapport au corps principal 2. La table 3 mobile suivant les axes X-Y peut supporter une pièce

à usiner. Un magasin 5 ayant sensiblement la forme d'un disque, est monté de manière à pouvoir tourner sur le corps principal 2. Ce magasin 5 est pourvu, à sa périphérie extérieure, de plusieurs alvéoles 5a disposées à intervalles circonférentiels constants. Chaque alvéole, repérée par un numéro d'identification propre, est prévue pour recevoir un outil 6. Une broche 7, montée de manière à pouvoir tourner, est supportée par une partie du corps principal 2 au-dessus de la table 3 mobile suivant les axes X-Y. Un changeur 9 d'outils, disposé sur le côté gauche de la broche 7 comme le représente la figure 1, est prévu pour extraire du magasin 5 l'outil nécessaire à l'exécution de l'opération suivante du processus d'usinage et pour monter cet outil sur la broche 7, après avoir retiré de cette dernière l'outil 6 précédemment utilisé et l'avoir ramené dans le magasin 5. Un clavier 11 et un dispositif d'affichage 12, qui seront décrits plus loin, sont prévus sur un pupitre de commande 10 qui est supporté, à son tour, par le corps principal 2 du centre d'usinage. Comme on peut le voir à la figure 3, le clavier 11 et le dispositif d'affichage 12 sont connectés à une unité 13 de commande principale à laquelle sont également reliées une mémoire 15 d'enregistrement des matériaux constituant la pièce, une mémoire 16 d'enregistrement des modes d'usinage, une mémoire 17 d'enregistrement des unités d'usinage, une unité 19 de calcul des conditions de coupe, une mémoire 20 d'enregistrement des programmes d'usinage, une unité 21 de conversion des programmes et une unité 22 de commande des formes d'usinage. Une unité 26 de calcul d'usinage ponctuel, une unité 27 de calcul d'usinage linéaire et une unité 29 de calcul d'usinage de surfaçage sont connectées à une mémoire 30 d'enregistrement des combinaisons d'outils. Plus précisément, l'unité 26 de calcul d'usinage ponctuel comprend, sous la forme d'un montage en série, un organe 31 de calcul d'usinage de l'avant-trou relié à une mémoire 30 d'enregistrement des combinaisons d'outils, un organe intermédiaire 32 de calcul d'usinage et un organe 33 de calcul d'usinage par chanfreinage relié à l'unité 13 de commande principale. Une mémoire tampon 35 d'enregistrement des programmes d'exécution est connectée à l'unité 13 de commande principale. Une unité 36 de commandes auxiliaires, une unité 37 de commande de la broche et une unité 39 de commande des arbres sont connectées à la mémoire tampon 35. L'unité 36 de commandes auxiliaires est prévue pour remplir diverses fonctions auxiliaires de commande telles que la commande de l'entraînement du magasin 5 et du changeur 9 d'outils, l'ouverture et la fermeture de la conduite d'alimentation en eau d'arrosage, etc. L'unité 37 de commande de la broche et l'unité 39 de commande des arbres sont connectées respectivement

à un moteur 40 d'entraînement de la broche et à plusieurs moteurs 41 d'entraînement des arbres afin d'effectuer la commande de l'entraînement de cette broche et de ces arbres.

Pour effectuer l'usinage d'une pièce au moyen du centre 1 d'usinage construit comme on vient de le décrire, l'unité 13 de commande principale extrait de la mémoire 15 la table des matériaux et la présente sur le dispositif d'affichage 12 pour permettre à l'opérateur d'introduire, par l'intermédiaire du clavier 11, le genre de matériau constituant la pièce. L'unité 13 de commande principale extrait ensuite de la mémoire 16 le mode d'usinage à effectuer et le présente à l'opérateur. Comme le représente la figure 4, les différents modes d'usinage sont classés dans trois genres possibles, c'est-à-dire : le mode d'usinage ponctuel qui utilise un foret ou un outil analogue, le mode d'usinage linéaire qui utilise une fraise en bout ou un outil analogue, et le mode d'usinage de surfaçage qui utilise une fraise cylindrique ou un outil analogue. L'opérateur examine ensuite la forme finale de la pièce représentée sur le dessin, décide auquel de ces trois modes d'usinage appartient l'usinage à effectuer en premier et introduit le mode d'usinage sélectionné par l'intermédiaire du clavier 11. En conséquence, l'unité 13 de commande principale affiche sur le dispositif d'affichage 12 les unités d'usinage correspondant au mode d'usinage sélectionné, de sorte que l'opérateur peut juger à laquelle des unités d'usinage affichées appartient la forme d'usinage représentée sur le dessin, et désigne et introduit l'unité d'usinage appropriée. Ceci revient à dire que la mémoire 17 enregistre, comme le représente la figure 4, plusieurs unités d'usinage 1A à 1H, 2A à 2I, et 3A à 3G pour chaque mode d'usinage. Les formes d'usinage correspondant aux unités respectives d'usinage 1A à 1H du mode d'usinage ponctuel sont illustrées à la figure 5. De même, les formes d'usinage correspondant aux unités d'usinage 2A à 2I du mode d'usinage linéaire sont représentées à la figure 6, tandis que les formes d'usinage 3A à 3G correspondant aux unités d'usinage appartenant au mode d'usinage de surfaçage sont représentées à la figure 7. Sur les dessins, la référence 6 désigne un outil tandis que les symboles W et K représentent respectivement la pièce et le lieu géométrique des points parcourus par l'axe de l'outil. Du fait que presque tous les modèles d'usinage réalisables par le centre 1 d'usinage sont prévus, l'opérateur peut sélectionner et introduire immédiatement l'unité d'usinage appropriée en comparant la forme finale de la pièce représentée sur le dessin, aux formes d'usinage affichées sur le dispositif d'affichage. Lorsque l'unité d'usinage a été introduite dans l'unité 13 de commande principale, cette

dernière unité extrait de la mémoire 30 une ligne de combinaison d'outils LCO correspondant à l'unité d'usinage sélectionnée, et envoie sélectivement cette ligne à l'une des unités 26, 27 ou 29 de calcul d'usinage qui a été sélectionnée précédemment.

Plus précisément, la mémoire 30 d'enregistrement des combinaisons d'outils stocke, comme le représente la figure 8, les noms des outils à utiliser pour exécuter chaque unité d'usinage, ces noms étant rangés de la gauche vers la droite, dans chaque adresse ADS, de manière à former une ligne de combinaison d'outils LCO. Cet arrangement est tel que, lorsqu'une unité d'usinage a été désignée, la ligne de combinaison d'outils LCO correspondant à l'unité d'usinage désignée est envoyée à l'unité de calcul 26, 27 ou 29 correspondante. Supposons que l'opérateur a introduit une unité d'usinage d'un trou de perçage qui appartient au mode d'usinage ponctuel, l'unité 13 de commande principale extrait de la rangée 001 de l'adresse ADS stockée dans la mémoire 30 une série d'outils, c'est-à-dire la ligne de combinaison d'outils LCO, composée d'un foret de perçage de l'avant-trou, d'un foret et d'une fraise à chanfreiner qui sont utilisés pour le perçage, et la ligne de combinaison d'outils LCO ainsi extraite est envoyée en bloc à l'unité 26 de calcul d'usinage ponctuel. Ensuite, l'organe 31 de calcul d'usinage de l'avant-trou calcule le diamètre du foret de perçage de l'avant-trou à utiliser d'abord, à partir de données d'usinage telles que le diamètre du trou qui a été introduit par l'opérateur au moyen du clavier 11. L'organe 31 de calcul détermine également si le chanfrein peut être exécuté en même temps que le perçage de l'avant-trou, en comparant le diamètre du trou et le diamètre du foret de perçage de l'avant-trou. Si le diamètre du foret de perçage de l'avant-trou est supérieur au diamètre du trou à percer, il est possible d'usiner la partie chanfreinée 42 en même temps que l'usinage de l'avant-trou, voir figure 5, au moyen du foret de perçage de l'avant-trou. Ensuite, l'organe intermédiaire 32 de calcul d'usinage calcule le diamètre du foret à utiliser à la suite du foret de perçage de l'avant-trou et le mode d'utilisation du foret, c'est-à-dire la pénétration par tour, la pénétration totale, etc.... Pendant ce temps-là, l'organe 33 de calcul d'usinage par chanfreinage calcule les diamètres de la fraise à chanfreiner qu'il faut utiliser pour les parties chanfreinées 42 des trous autres que le trou dont le chanfreinage est exécuté au moyen du foret de perçage de l'avant-trou. Le résultat de ce calcul est transmis, par l'intermédiaire de l'unité 13 de commande principale, à l'unité 19 de calcul des conditions de coupe qui calcule à son tour et détermine les conditions de coupe telles que l'avance et la vitesse péri-

phérique de chaque outil. Ces données, ainsi que la ligne de combinaison d'outils LCO fournie par l'unité 26 de calcul d'usinage ponctuel et contenant le détail des données telles que les diamètres des outils, sont stockées dans la mémoire 20 d'enregistrement des programmes d'usinage. Les données ainsi mémorisées forment avec la ligne de combinaison d'outils LCO un programme d'usinage PRO1. Une demande d'introduction de données de position d'usinage est affichée ensuite sur le dispositif d'affichage 12 par l'intermédiaire de l'unité 22 de commande des formes. En réponse à cette demande, l'opérateur introduit les données demandées par l'intermédiaire du clavier 11. Les valeurs introduites sont enregistrées sous la forme de données de position d'usinage dans le programme d'usinage PRO1. L'opérateur désigne alors et introduit l'unité d'usinage pour chaque mode d'usinage et, à chaque moment de l'introduction, la ligne de combinaison d'outils LCO correspondant à l'unité désignée est extraite de la mémoire 30 d'enregistrement des combinaisons d'outils. Les diamètres des outils et les conditions de coupe sont ensuite déterminés en conformité avec les outils et avec la séquence d'utilisation des outils présentés par la ligne de combinaison d'outils LCO, et ils sont stockés dans la mémoire 20 d'enregistrement des programmes d'usinage, en même temps que les données de position d'usinage. Pour les autres unités d'usinage, l'organe intermédiaire 32 de calcul d'usinage détermine les diamètres d'outils tels qu'une fraise en bout, un foret, un taraud, un alésoir, etc... présentés par la ligne de combinaison d'outils LCO ainsi que le mode d'utilisation de ces outils, pour l'usinage des trous autres que l'avant-trou à percer et à chanfreiner. L'unité 27 de calcul d'usinage linéaire et l'unité 29 de calcul d'usinage de surfaçage déterminent, à partir de la ligne de combinaison d'outils LCO extraite de la mémoire 30 d'enregistrement des combinaisons d'outils (la ligne de combinaison d'outils LCO peut ne contenir qu'un outil), le nombre de lames et de formes d'outil correspondant au degré de finition qui est indiqué par l'opérateur au moyen du clavier 11. En outre, l'unité 29 de calcul d'usinage de surfaçage détermine le détail des données concernant les outils, en tenant compte également du sens d'usinage. Conformément à ces données, l'unité 19 de calcul des conditions de coupe calcule les conditions de coupe et stocke dans la mémoire 20 les conditions ainsi déterminées, sous la forme du programme d'usinage PRO1. L'introduction d'une série d'unités d'usinage pour une pièce est donc terminée. L'unité 13 de commande principale extrait ensuite de la mémoire 20 le programme d'usinage PRO1 et ce programme extrait est converti par l'unité 21 de conversion

des programmes en un programme d'exécution PRO2 exprimé en code machine. Ce programme d'exécution PRO2 est ensuite stocké dans la mémoire tampon 35 d'enregistrement des programmes d'exécution. L'opérateur pose ensuite la pièce W sur la table 3 mobile suivant les axes X-Y et envoie à l'unité 13 de commande principale, par l'intermédiaire du pupitre de commande 10, l'instruction de commencement de l'usinage. En réponse à cette instruction, l'unité 13 de commande principale commande l'unité 36 de commandes auxiliaires, l'unité 37 de commande de la broche et l'unité 39 de commande des arbres, de sorte que l'usinage demandé est exécuté conformément au programme d'exécution PRO2. Il est inutile de dire, cependant, que l'usinage est conduit conformément au programme d'usinage PRO1. Pour l'exécution de chaque unité d'usinage, les outils 6 sont pris dans le magasin 5 et montés sur la broche 7 par le changeur 9 d'outils de manière à exécuter l'usinage conformément à la séquence d'utilisation des outils présentés par la ligne de combinaison d'outils LCO qui est extraite de la mémoire 30 d'enregistrement des combinaisons d'outils.

Par ailleurs, pendant l'usinage de la pièce W, l'opérateur prend le dessin de la pièce W à usiner à la suite de la pièce en cours d'usinage et établit de la même manière le nouveau programme d'usinage PRO1 par l'intermédiaire du clavier 11. La mémoire 20 d'enregistrement des programmes d'usinage a généralement une capacité suffisante pour contenir plusieurs programmes d'usinage courant de pièce W, de sorte qu'on peut introduire dans cette mémoire un nouveau programme d'usinage PRO1 de la nouvelle pièce W, même lorsque la machine est en train d'effectuer l'usinage d'une pièce W. On doit bien noter que l'opérateur peut établir le programme en utilisant efficacement le temps d'usinage.

Comme on l'a décrit, conformément à la présente invention, la ligne de combinaison d'outils LCO dans laquelle les outils à utiliser sont disposés dans l'ordre d'utilisation, est stockée, pour chaque unité d'usinage, dans la mémoire 30 d'enregistrement des combinaisons d'outils, de sorte que les données concernant une série d'outils constituant la ligne de combinaison d'outils LCO, sont extraites en bloc de la mémoire 30 par la désignation de l'unité d'usinage. Par conséquent, les genres d'outils nécessaires pour effectuer chaque unité d'usinage sont déterminés dans la séquence d'utilisation simplement par une désignation de l'unité d'usinage faite par l'opérateur conformément au mode d'usinage.

On doit bien noter que, d'après la description qui précède, la présente invention contribue largement à l'automatisation du travail de programmage dans le centre 1 d'usinage.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de variantes et de modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

1. Procédé de commande de sélection d'outils d'un centre d'usinage, caractérisé en ce qu'il comprend les stades de classement de l'usinage requis dans le mode d'usinage ponctuel, le mode d'usinage linéaire et le mode d'usinage de surfaçage, conformément à la forme d'usinage ; introduction de chacun de ces modes d'usinage dans plusieurs unités d'usinage ; stockage, dans une mémoire de combinaison d'outils, des lignes de combinaison d'outils contenant les noms des outils de la séquence d'utilisation pour chaque unité respective d'usinage ; désignation d'une des unités d'usinage pour extraire de la mémoire la ligne de combinaison d'outils, sous forme d'un bloc ; et exécution de l'unité d'usinage désignée conformément aux types d'outils et à la séquence d'utilisation des outils présentés par la ligne de combinaison d'outils.

2. Procédé de commande de sélection d'outils d'un centre d'usinage suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le mode d'usinage ponctuel comprend une unité d'usinage de perçage d'un avant-trou ; une unité d'usinage de surfaçage d'un trou ; une unité d'usinage de surfaçage de la face arrière d'un trou ; une unité d'usinage d'alésage d'un trou ; une unité d'usinage de taraudage d'un trou ; une unité d'usinage de perçage d'un trou ; une unité d'usinage de perçage arrière d'un trou ; et une unité d'usinage circulaire d'un trou.

3. Procédé de commande de sélection d'outils d'un centre d'usinage suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le mode d'usinage linéaire comprend une unité d'usinage linéaire au centre ; une unité d'usinage linéaire à droite ; une unité d'usinage linéaire à gauche ; une unité d'usinage linéaire à l'extérieur ; une unité d'usinage linéaire à l'intérieur ; une unité d'usinage de chanfreinage à droite ; une unité d'usinage de chanfreinage à gauche ; une unité d'usinage de chanfreinage à l'extérieur ; et une unité d'usinage de chanfreinage à l'intérieur.

4. Procédé de commande de sélection d'outils d' un centre d'usinage suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le mode d'usinage de surfaçage comprend une unité d'usinage de fraisage cylindrique ; une unité d'usinage des surfaces planes par fraisage en bout ; une unité d'usinage des crêtes par fraisage en bout ; une unité d'usinage par fraisage en bout des creux ; une unité d'usinage des crêtes par fraisage en bout des creux; une unité d'usinage des vallées par fraisage en bout des creux ; et une unité d'usinage des rainures par fraisage en bout.

FIG. 1

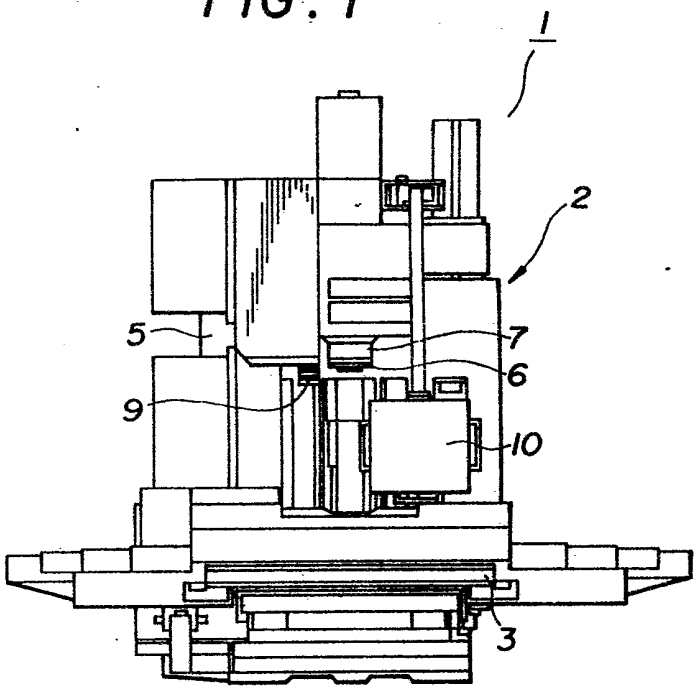
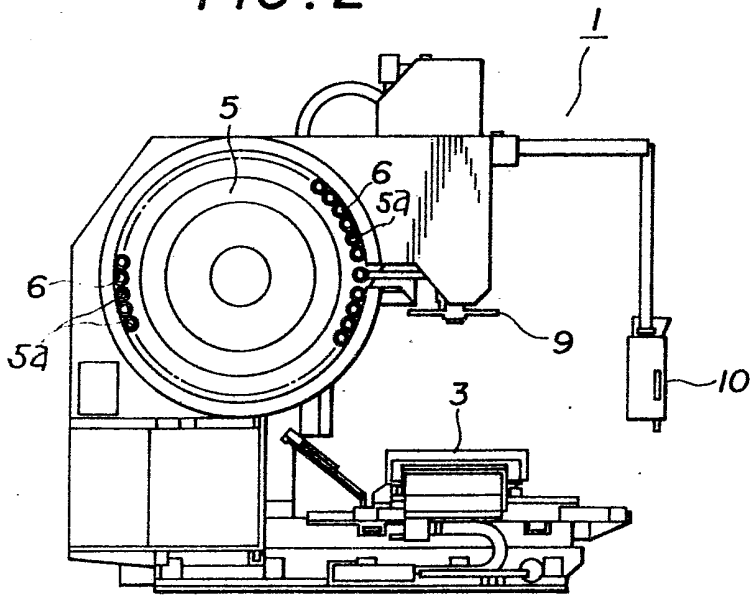


FIG. 2



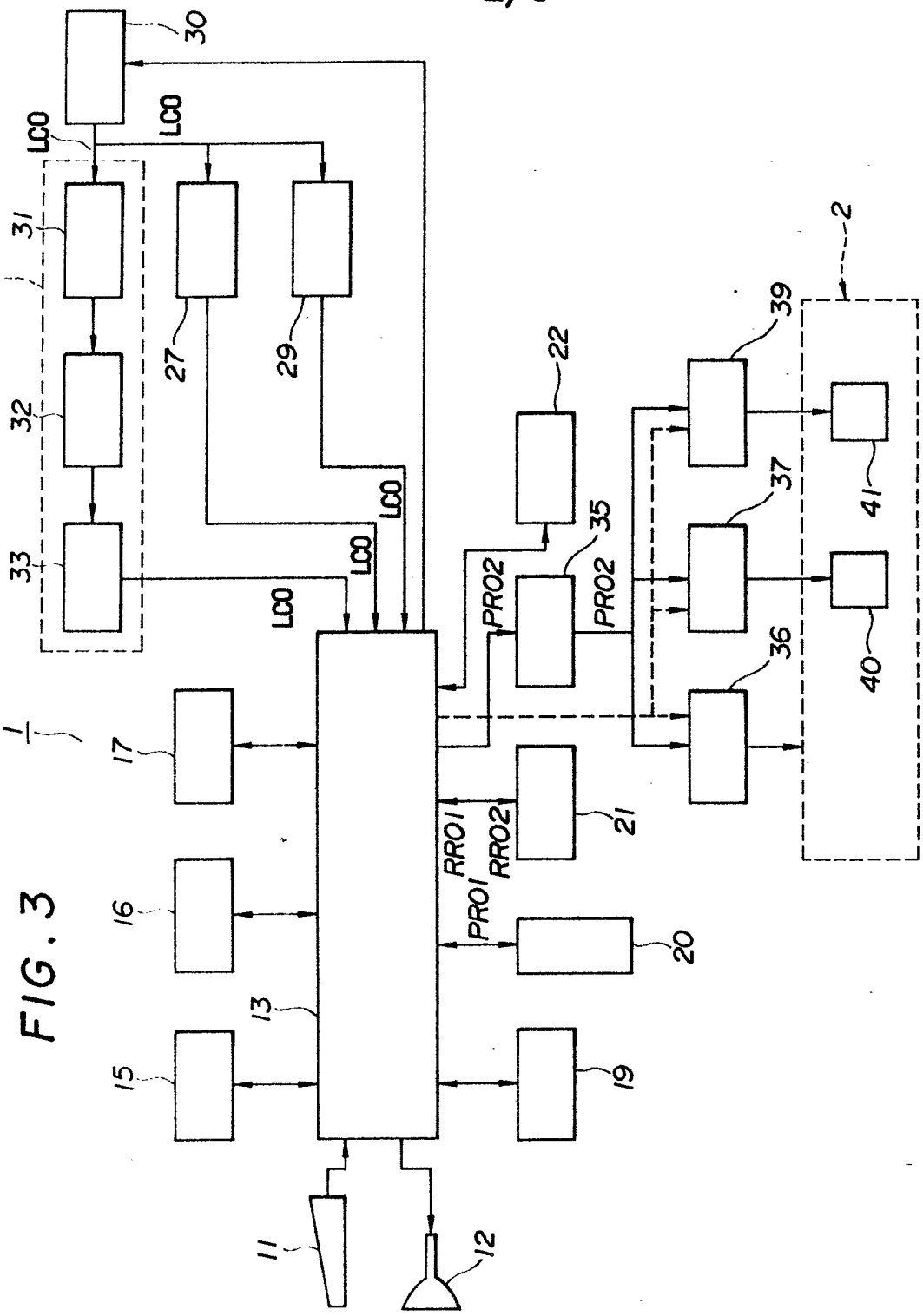

30
LCO
LCO
31
26
27
29
32
33
LCO
LCO
LCO
22
PRO2
PRO2
35
39
37
36
41
40
2
1
17
16
13
15
RRO1
RRO2
PRO1
21
20
19
11
12

FIG. 3

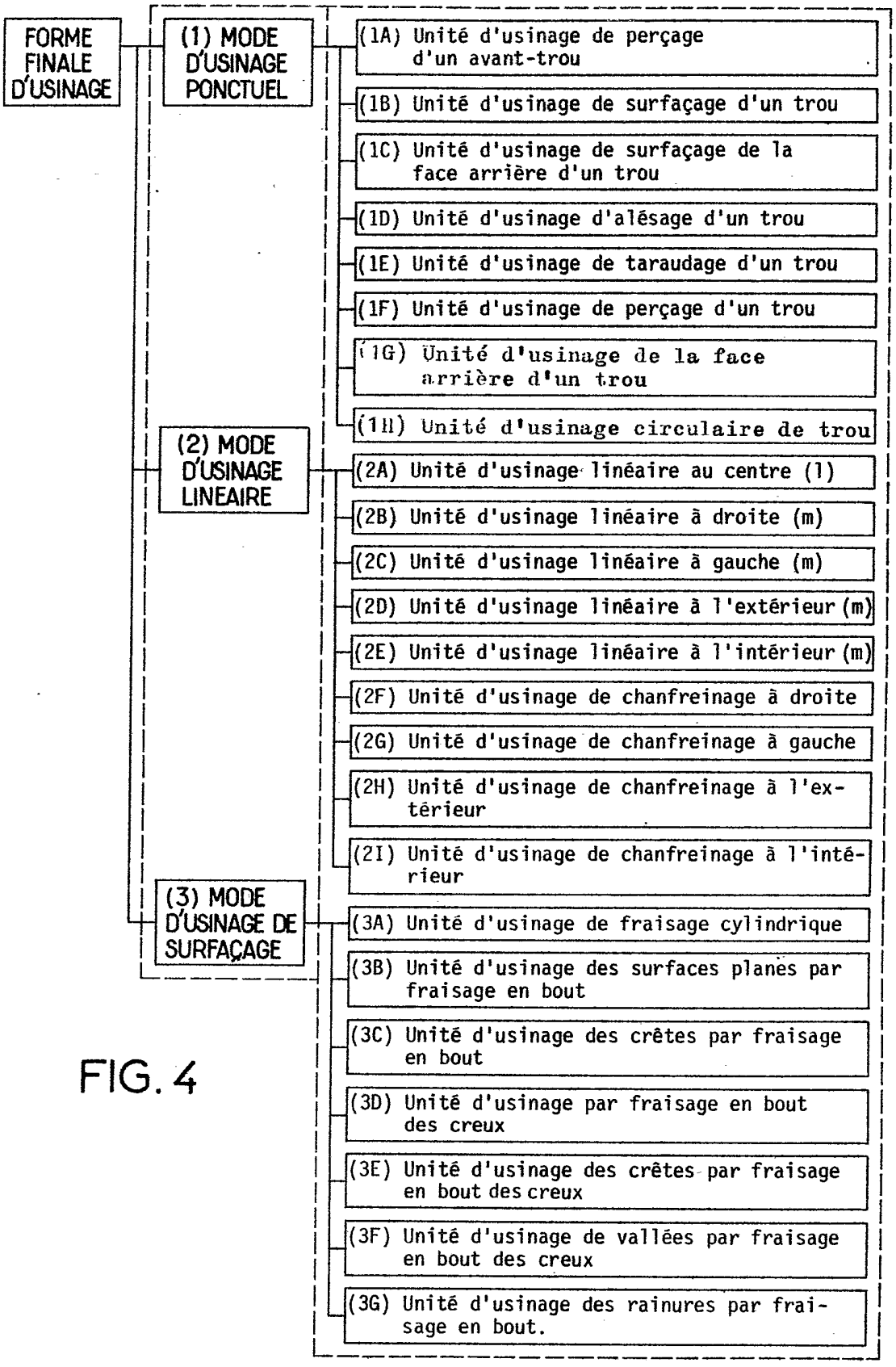

FORME FINALE D'USINAGE
(1) MODE D'USINAGE PONCTUEL
(1A) Unité d'usinage de perçage d'un avant-trou
(1B) Unité d'usinage de surfaçage d'un trou
(1C) Unité d'usinage de surfaçage de la face arrière d'un trou
(1D) Unité d'usinage d'alésage d'un trou
(1E) Unité d'usinage de taraudage d'un trou
(1F) Unité d'usinage de perçage d'un trou
(1G) Unité d'usinage de la face arrière d'un trou
(1H) Unité d'usinage circulaire de trou
(2) MODE D'USINAGE LINEAIRE
(2A) Unité d'usinage linéaire au centre (1)
(2B) Unité d'usinage linéaire à droite (m)
(2C) Unité d'usinage linéaire à gauche (m)
(2D) Unité d'usinage linéaire à l'extérieur (m)
(2E) Unité d'usinage linéaire à l'intérieur (m)
(2F) Unité d'usinage de chanfreinage à droite
(2G) Unité d'usinage de chanfreinage à gauche
(2H) Unité d'usinage de chanfreinage à l'extérieur
(2I) Unité d'usinage de chanfreinage à l'intérieur
(3) MODE D'USINAGE DE SURFAÇAGE
(3A) Unité d'usinage de fraisage cylindrique
(3B) Unité d'usinage des surfaces planes par fraisage en bout
(3C) Unité d'usinage des crêtes par fraisage en bout
(3D) Unité d'usinage par fraisage en bout des creux
(3E) Unité d'usinage des crêtes par fraisage en bout des creux
(3F) Unité d'usinage de vallées par fraisage en bout des creux
(3G) Unité d'usinage des rainures par fraisage en bout.

FIG. 4

FIG. 5

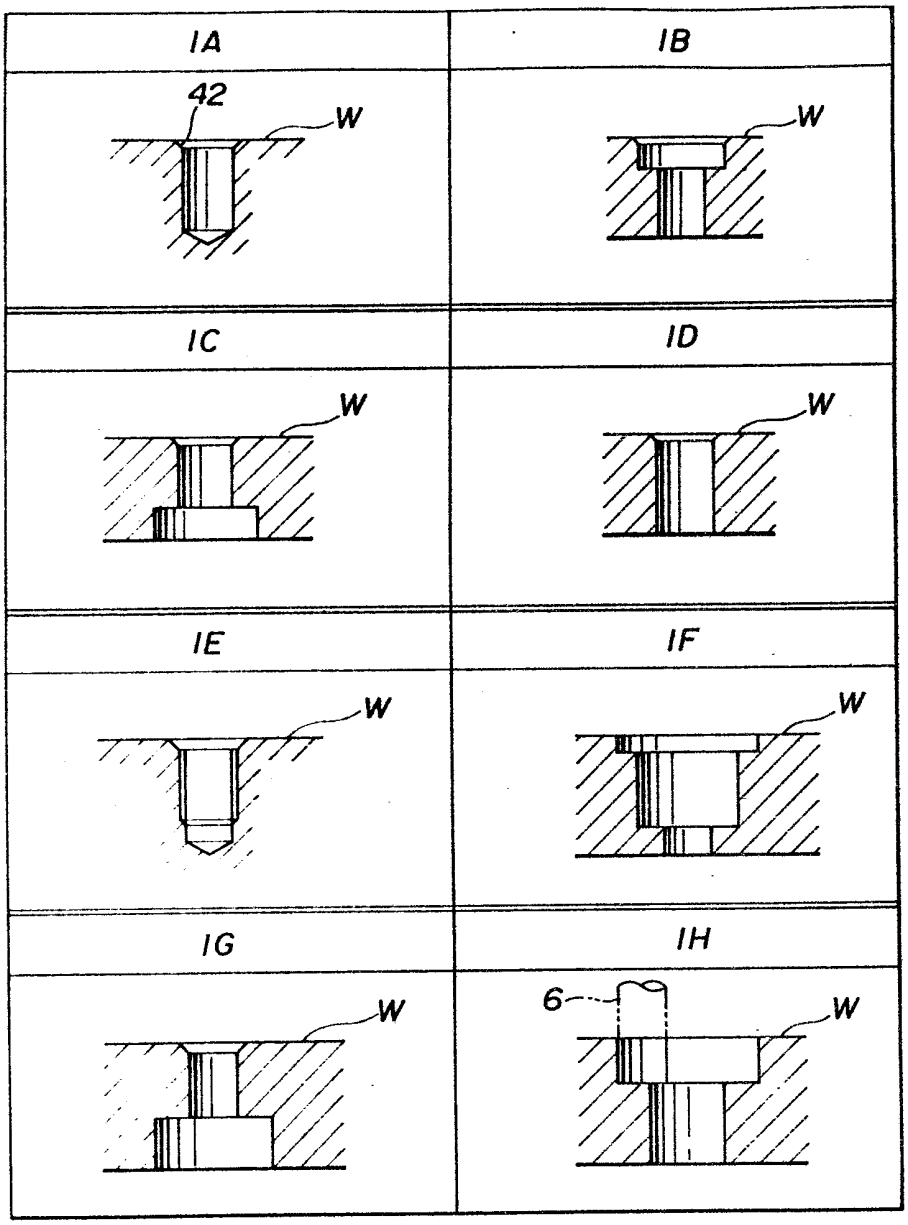
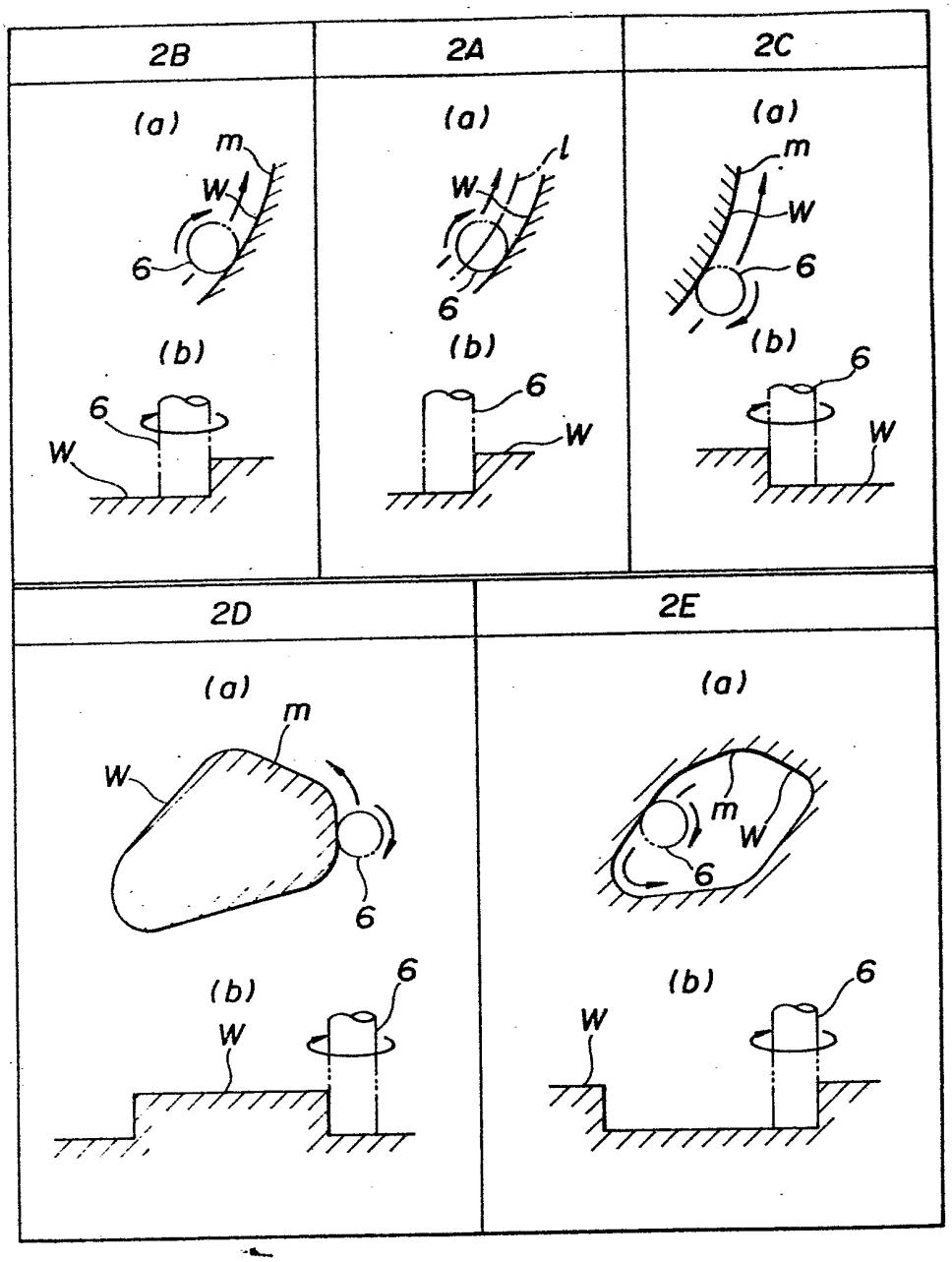


FIG. 6 (1ère PARTIE)



6/9

FIG. 6 (2ème PARTIE)

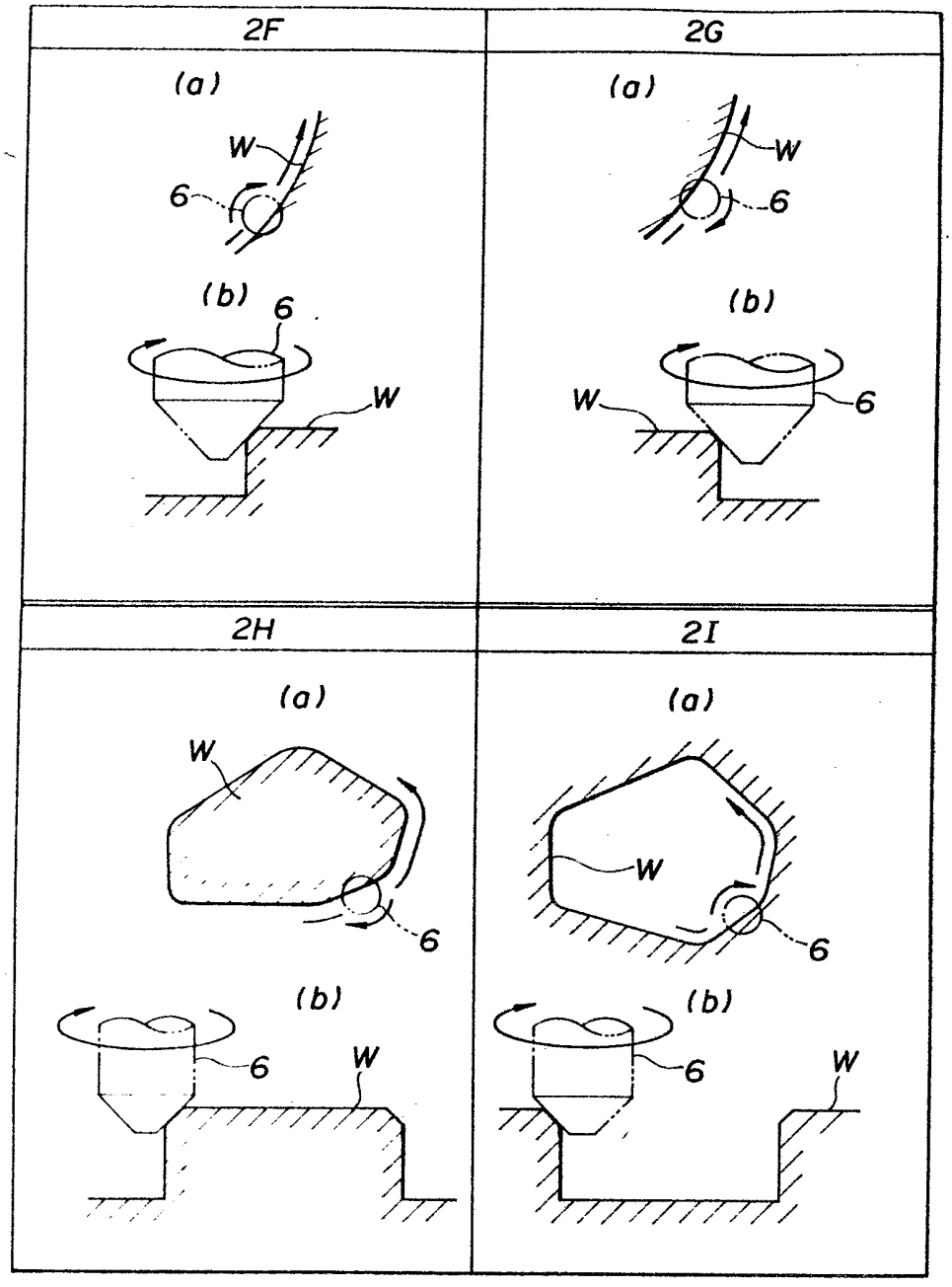


FIG. 7 (1ère PARTIE)

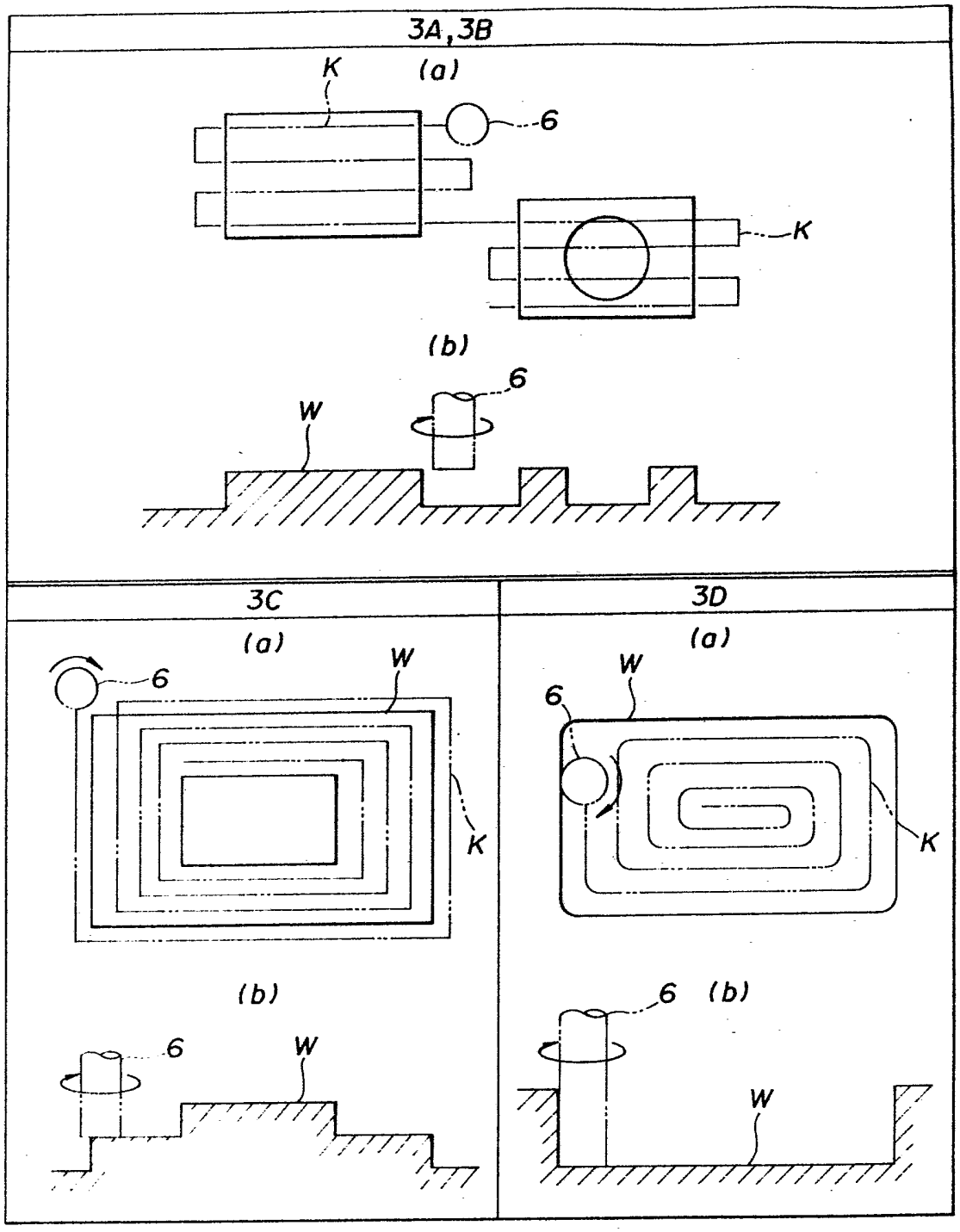


FIG. 7 (2ème PARTIE)

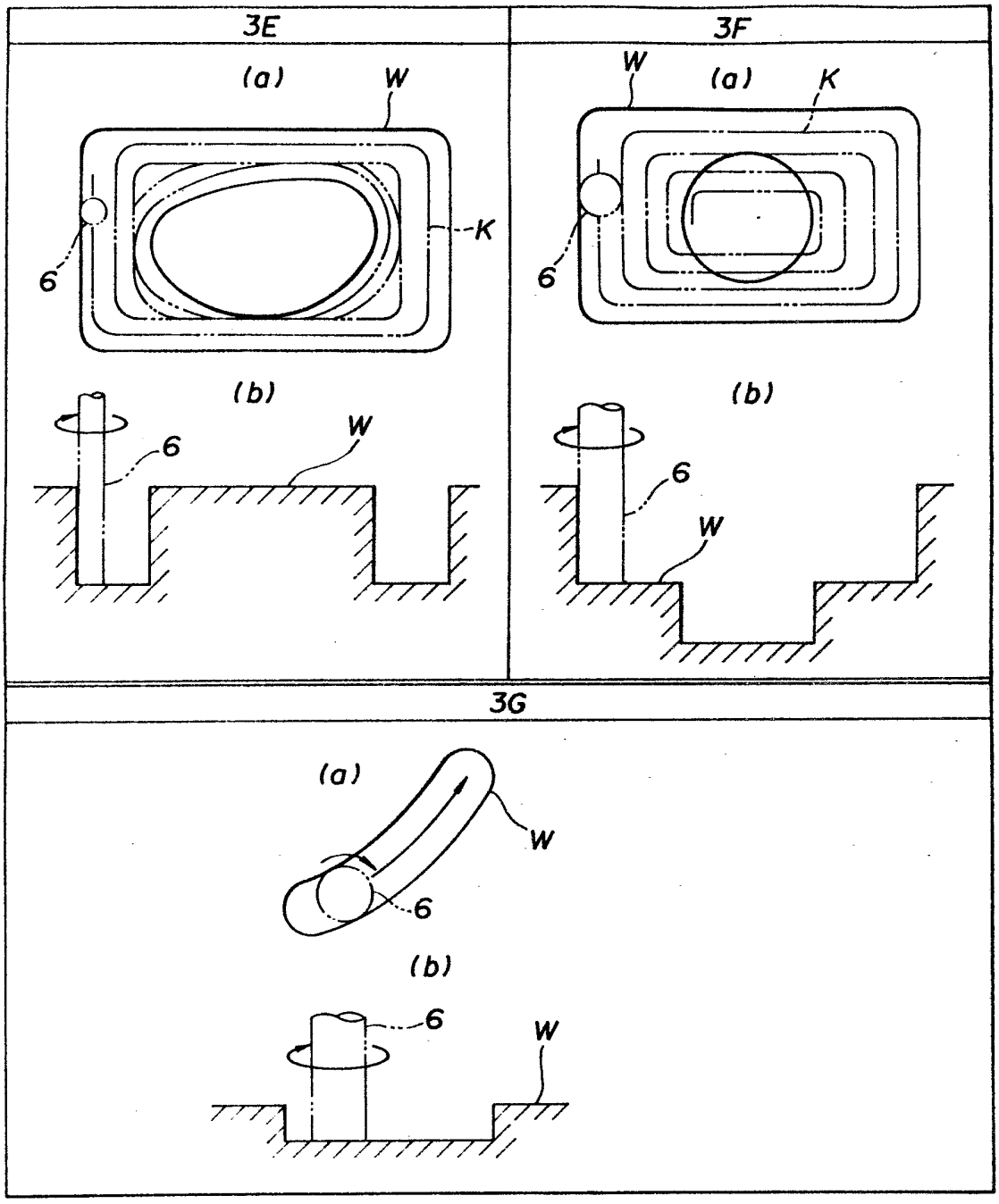
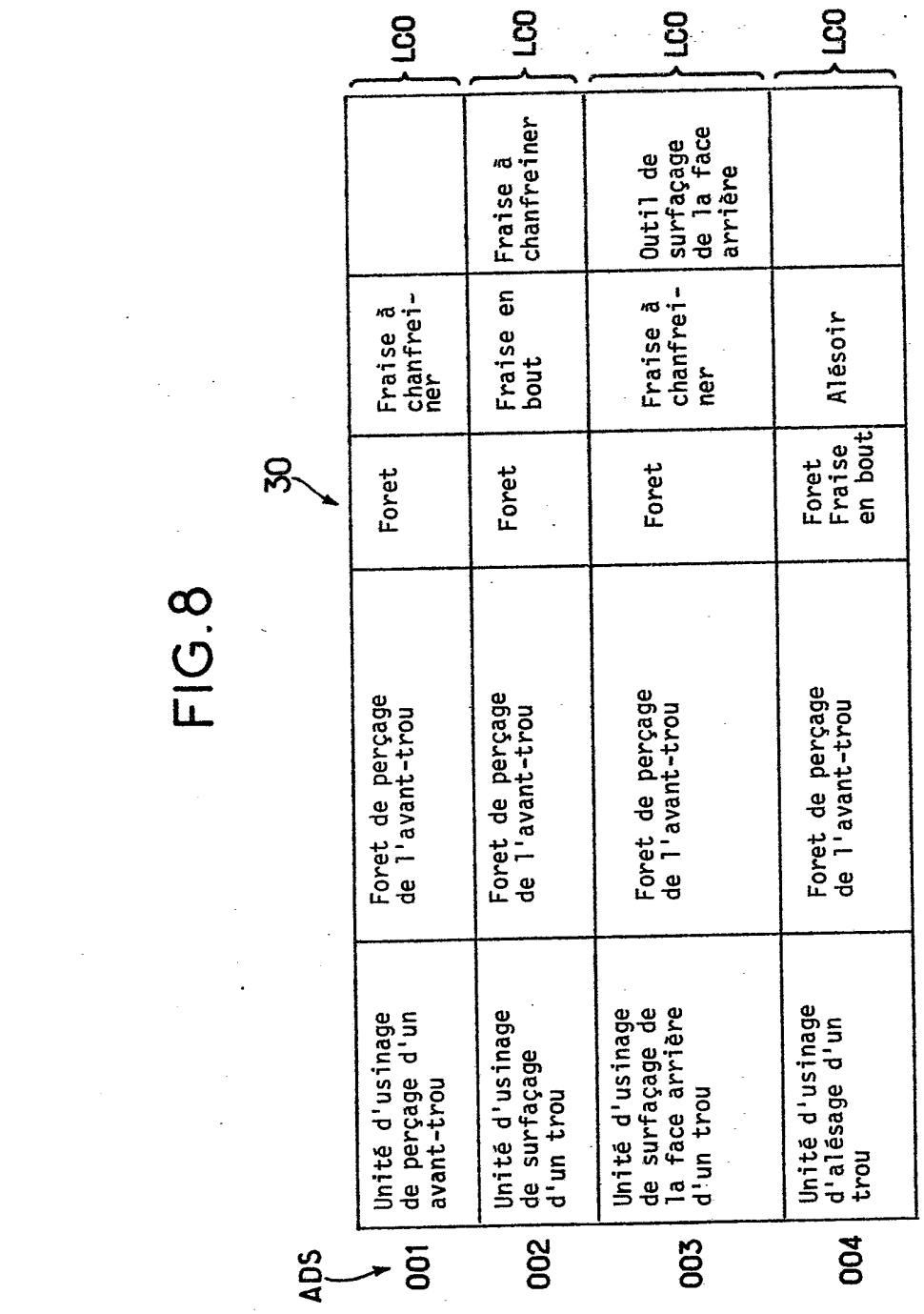


FIG.8


ADS
30
001
002
003
004
Unité d'usinage de perçage d'un avant-trou
Unité d'usinage de surfaçage d'un trou
Unité d'usinage de surfaçage de la face arrière d'un trou
Unité d'usinage d'alésage d'un trou
Foret de perçage de l'avant-trou
Foret de perçage de l'avant-trou
Foret de perçage de l'avant-trou
Foret de perçage de l'avant-trou
Foret
Foret
Foret
Foret Fraise en bout
Fraise à chanfrei-ner
Fraise en bout
Fraise à chanfrei-ner
Alésoir
Fraise à chanfreiner
Outil de surfaçage de la face arrière
LCO
LCO
LCO
LCO