(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 646 725**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **90 05662**

(51) Int Cl[5] : G 05 B 19/18.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 4 mai 1990.

(30) Priorité : JP, 8 mai 1989, n° 114645/89.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 45 du 9 novembre 1990.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA, société de droit japonais.* — JP.

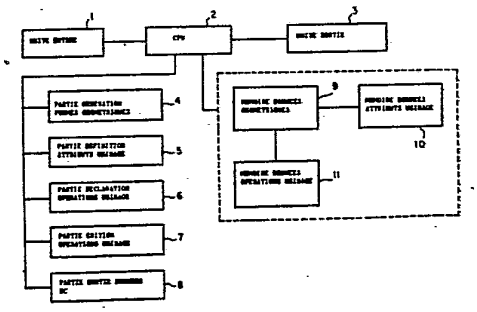
(72) Inventeur(s) : Kotaro Watanabe et Tetsu Itaba, *Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha.*

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Malemont.

(54) Appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur.

(57) Un appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur est adapté de manière à ce que chaque ensemble d'informations d'opérations d'usinage représentatif d'attributs d'usinage, du parcours d'usinage correspondant et de l'ordre d'usinage soit stocké dans une partie de stockage 9 associée à chaque élément géométrique de chaque forme d'un objet, et que les informations d'opérations d'usinage puissent être modifiées en fonction des besoins et stockées de nouveau par une partie d'édition d'opérations d'usinage 7, si bien qu'il est possible d'introduire des informations relatives à des spécifications de méthodes d'usinage en interaction avec un écran d'affichage. L'appareil est adapté en outre de manière à ce que des données de commande numérique servant à usiner une forme géométrique soient générées 8 sur la base d'informations stockées dans sa partie de stockage si bien que, à la différence des appareils de l'art antérieur, il est capable, même en cas de spécifications particulières mixtes de conditions d'usinage correspondant à des parties individuelles d'une forme géométrique de l'objet et d'une spécification commune de conditions d'usinage correspondant à une unité de formé géométrique de l'objet, de délivrer en bloc des données de commande numérique correspondant à toutes les formes.



FR 2 646 725 - A1

Appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur

La présente invention se rapporte à un appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur, également dénommé en abrégé CFAO, servant à générer sur un écran d'affichage une forme géométrique d'un objet à usiner en interaction avec l'écran d'affichage, générant ainsi des données de commande numérique (NC) servant à l'usinage de la forme.

La figure 1 est un schéma de structure représentant un appareil CFAO faisant appel à une méthode de l'art antérieur décrite, par exemple, dans le brevet japonais publié sous le numéro 62-214405. Sur cette figure, le numéro de référence 1 désigne une unité d'entrée telle qu'un clavier, une souris et une tablette, 2 une unité centrale de traitement (CPU) servant à exécuter diverses opérations, 3 une unité de sortie telle qu'un tube à rayons cathodiques (TRC), une imprimante, un traceur, une perforatrice et un disque, 4 une partie de génération de formes géométriques servant à définir et à éditer des éléments géométriques tels que des lignes droites, des cercles et des courbes, sur l'écran d'affichage de façon interactive pour générer une forme géométrique constituant un objet à usiner, 53 une partie d'entrée de point de départ d'usinage servant à introduire un point de départ d'usinage, 54 une partie d'entrée de direction d'usinage servant à introduire une direction suivant laquelle l'usinage avance à partir du point de départ, 9 une mémoire de données géométriques servant au stockage de données géométriques générées dans la partie 4 de génération de formes géométriques, et le numéro de référence 55 désigne une partie de génération de données de commande numérique NC servant à générer des données NC à partir des données géométriques, des informations de point de départ d'usinage et des informations de direction d'usinage.

Le fonctionnement de l'appareil sera décrit ci-après. La figure 7(a) est un exemple d'une forme d'un objet à usiner générée par la partie 4 de génération de formes géométriques. Un point de départ d'usinage a est attribué à la forme correspondant à l'objet à usiner par la partie 53 d'entrée de point de départ d'usinage, comme montré sur la figure 2(a). Ensuite, en introduisant "vers le haut", par

exemple, en tant que direction suivant laquelle l'usinage doit avancer à partir du point de départ d'usinage, la direction d'usinage est établie. Ensuite, la partie 55 de génération de données NC génère le parcours allant du point de départ d'usinage à la forme, trace la forme et fournit en sortie les données NC (figure 2(b)).

On va considérer maintenant le cas de l'usinage d'une multiplicité de formes différentes telles que représentées sur les figures 3(a) et 3(b) dans diverses conditions d'usinage. Comme il n'est pas possible d'attribuer les conditions d'usinage telles que les vitesses d'usinage en association avec les formes individuelles, le point de départ d'usinage et la direction d'usinage sont spécifiées comme décrit plus haut pour la forme a une fois les formes générées, puis, après que les conditions d'usinage ont été spécifiées pour la forme en question, les données NC sont produites pour celle-ci. Ensuite, une fois que les conditions d'usinage appropriées à la forme b ont été spécifiées, le point de départ d'usinage et la direction d'usinage comme décrit ci-dessus sont spécifiés pour la forme b et, ainsi, les données NC sont produites pour celle-ci.

Un autre exemple de l'art antérieur d'appareil CFAO du type décrit est représenté sur la figure 4. Sur cette figure, le numéro de référence 1a désigne un clavier, 2a une souris et 3a une tablette constituant l'unité d'entrée servant à introduire des informations géométriques et des données de caractères. Le numéro de référence 4a désigne une partie de génération de formes géométriques convertissant les informations géométriques en informations présentant le format approprié à leur stockage interne, 41a désigne une partie d'entrée de méthodes d'usinage servant à introduire des informations d'usinage, 6a désigne une mémoire de formes géométriques servant à stocker les informations géométriques, 9a désigne une partie d'analyse de formes, 11a désigne une partie de génération d'informations NC, et 12a désigne une partie d'affichage de parcours d'usinage, dont la partie 11a de génération d'informations NC et la partie 12a d'affichage de parcours d'usinage

sont les parties qui délivrent finalement un programme NC et un diagramme de parcours d'usinage.

Le fonctionnement du système précité sera décrit ci-après. Initialement, les informations géométriques sont introduites par l'intermédiaire de l'unité d'entrée telle que le clavier 1a, la souris 2a ou la tablette 3a. La partie 4a de génération de formes géométriques convertit les informations géométriques d'entrée en informations adaptées au format de stockage interne. Ces informations sont stockées dans la mémoire 6a de formes géométriques. De plus, les caractères introduits par l'opérateur par l'intermédiaire de la partie 41a d'entrée de méthodes d'usinage sont convertis en informations d'usinage et stockés dans la mémoire 6a de formes géométriques en parallèle avec les informations géométriques. La partie 9a d'analyse de formes géométriques génère des informations de parcours d'usinage pour générer le programme NC à partir des informations stockées dans la mémoire 6a de formes géométriques. La partie 11a de génération d'informations NC fournit les informations de parcours d'usinage avec d'autres informations NC, délivrant ainsi le programme NC et, entretemps, la partie d'affichage de parcours d'usinage convertit les informations de parcours d'usinage en un ensemble d'informations graphiques et les affiche sur un TRC constituant la partie d'affichage 14a.

Comme les appareils CFAO présentent les configurations décrites plus haut, il est impossible, par exemple, dans le cas du premier exemple de l'art antérieur, si l'objet à usiner présente plusieurs types de formes à usiner, d'attribuer ou de stocker les conditions d'usinage ou analogues en association avec chaque forme de l'objet. Par conséquent, lorsqu'il s'agit de modifier les conditions d'usinage pour chaque forme, celles-ci doivent être attribuées chaque fois, c'est-à-dire que les opérations d'établissement des conditions d'usinage et de génération de données NC doivent être répétées pour chaque forme. Ceci a eu pour résultat d'abaisser le niveau d'efficacité de la programmation NC. De plus, l'opérateur n'a pas la possibilité de spécifier en interaction avec un écran

d'affichage une méthode d'usinage telle qu'un usinage conique pour une partie spécifique de la forme.

Dans le cas du second exemple de l'art antérieur, l'attribution d'informations d'usinage n'a été possible que pour tout l'ensemble d'informations géométriques qui a été produit. Par conséquent, lorsqu'on souhaite utiliser un programme NC dans lequel l'usinage correspondant à une partie des informations géométriques doit être effectué dans une condition d'usinage différente de celle de l'usinage correspondant à une autre partie, il existe un problème car il faut définir la forme géométrique en la divisant en deux formes différentes. Ainsi, plus le nombre de formes et de types d'usinage est important et plus la programmation NC se révèle inefficace.

La présente invention a été conçue dans le but de surmonter les problèmes précités. La présente invention a donc pour objet de proposer un appareil CFAO capable de spécifier à la fois une méthode d'usinage pour une partie d'une forme et une méthode d'usinage pour la forme entière, ainsi que de stocker les informations servant à spécifier les méthodes d'usinage en association avec la partie et avec l'ensemble de la forme, de sorte que les informations servant à spécifier les méthodes d'usinage puissent être affichées sur un écran d'affichage en association avec la forme, cet appareil étant apte, en outre, à permettre de spécifier sur l'écran d'affichage, en vue de leur édition, des informations relatives à des méthodes d'usinage et à fournir en bloc un ensemble de données NC à l'aide desquelles une multiplicité de formes différentes peut être usinée.

La présente invention a encore pour objet de proposer un appareil CFAO apte à permettre l'édition d'éléments d'informations relatives à des spécifications des méthodes d'usinage de sorte que, même lorsque l'opération d'usinage est modifiée en vue de l'usinage d'une forme, un nouveau programme NC incorporant le différent type d'usinage peut être généré sans qu'il soit nécessaire de redéfinir à nouveau la forme de la pièce dans le nouveau programme NC.

Un appareil CFAO selon un premier aspect de la présente

invention comprend un moyen de génération de formes géométriques servant à générer les diverses formes géométriques à usiner en interaction avec un écran d'affichage, un moyen de définition d'attributs d'usinage servant à définir un attribut d'usinage à attribuer, en fonction des besoins, à un élément géométrique de chaque forme à usiner, un moyen de définition d'opérations d'usinage servant à définir une opération d'usinage comprenant un parcours d'usinage, un ordre d'usinage de chaque élément géométrique de la forme à usiner, une partie de stockage servant à stocker les informations d'attributs d'usinage et les informations d'opérations d'usinage pour chaque élément géométrique de chaque forme à usiner, un moyen d'édition d'opérations d'usinage servant à rééditer les informations d'opérations d'usinage stockées dans la partie de stockage de nouveau en fonction d'une modification des conditions d'usinage, et un moyen de génération d'informations NC servant à générer et à délivrer en sortie des informations NC relatives aux différentes formes à usiner, comprenant les informations d'attributs d'usinage et les informations d'opérations d'usinage relatives à chaque élément géométrique de chaque forme à usiner.

Un appareil CFAO selon un second aspect de la présente invention comprend un moyen de génération de formes géométriques servant à générer une forme géométrique à usiner en interaction avec un écran d'affichage, un moyen de déclaration d'usinage servant à sélectionner des éléments géométriques de chaque forme à usiner, à générer des ensembles d'informations d'opérations d'usinage formées par divers types d'informations d'usinage spécifiant des opérations d'usinage des éléments géométriques, et à stocker dans un moyen de stockage les ensembles d'informations d'opérations d'usinage associés aux éléments géométriques correspondants, un moyen de génération d'informations NC servant à déterminer un parcours d'usinage basé sur les ensembles d'informations d'opérations d'usinage et les éléments géométriques correspondant aux ensembles d'informations de opérations d'usinage pour générer ainsi des informations NC, et un moyen d'édition d'opérations d'usinage, comprenant un moyen de sélection d'informations d'opérations

d'usinage servant à sélectionner un ensemble d'informations d'opérations d'usinage dans la partie de stockage en spécifiant un élément parmi les éléments géométriques de la forme géométrique dont une déclaration d'usinage a déjà été effectuée, un nom et numéro d'identification de l'ensemble d'informations d'opérations d'usinage dont une déclaration d'usinage a déjà été effectuée, un moyen d'affichage de tables d'opérations d'usinage servant à afficher les informations d'opérations d'usinage sélectionnées sous la forme d'une table d'opérations d'usinage sur l'écran d'affichage, la table d'opérations d'usinage affichant les types d'usinage et les éléments correspondant au type d'opération d'usinage en colonnes (ou en rangées) et des éléments d'opérations multiples indicatifs de l'ordre d'usinage en rangées (ou en colonnes) de la table, un moyen de spécification de positions d'éléments d'entrée servant à la sélection d'une quelconque position d'entrée d'élément souhaitée dans la table d'opérations d'usinage, un moyen d'entrée d'éléments servant à introduire la valeur numérique dans la position d'élément d'entrée, et un moyen de stockage d'informations d'opérations d'usinage servant à stocker la valeur numérique introduite en tant qu'information d'opérations d'usinage.

Les caractéristiques et avantages susmentionnés de la présente invention, ainsi que d'autres, ressortiront de la description suivante faite en référence aux dessins annexés.

La figure 1 est un schéma fonctionnel représentant un appareil CFAO de l'art antérieur en tant que premier exemple;

La figure 2 est un schéma illustratif du fonctionnement de l'appareil représenté sur la figure 1;

La figure 3 est un dessin montrant un exemple d'une multiplicité de formes géométriques à usiner;

La figure 4 est un schéma fonctionnel représentant un appareil CFAO de l'art antérieur en tant que second exemple;

Les figures 5 et 6 sont des dessins montrant des structures de données;

Les figures 7 et 8(a) sont des dessins montrant une image affichée sur un écran d'affichage;

Les figures 8(b) et 8(c) sont des dessins montrant respectivement une table d'opérations d'usinage et un diagramme de parcours d'usinage affichés sur un écran;

La figure 8(d) est un dessin montrant un ensemble de données NC de sortie;

La figure 9 est un dessin représentant une condition d'une correction de forme géométrique;

La figure 10 est un schéma fonctionnel représentant un appareil CFAO d'un mode de réalisation selon un premier aspect de la présente invention;

La figure 11 est un organigramme représentant les opérations effectuées par l'appareil de la figure 10;

Les figures 12 à 15 représentent chacune une partie détaillée de l'organigramme représenté sur la figure 11;

La figure 16 est un schéma fonctionnel d'un appareil CFAO d'un mode de réalisation selon un second aspect de la présente invention;

La figure 17 est un schéma fonctionnel représentant une structure détaillée de la partie d'édition d'opérations d'usinage de la figure 16;

La figure 18 est un organigramme représentant un algorithme servant à délivrer des informations NC;

Les figures 19 à 21 sont des dessins montrant des images affichées sur un écran TRC au cours de la génération d'un programme NC à l'aide de l'appareil de la figure 16;

La figure 22 est un dessin représentant une méthode de stockage de données dans un dispositif de stockage; et

La figure 23 est un dessin montrant le contenu d'une table de opérations d'usinage servant à l'édition d'opérations d'usinage.

Un mode de réalisation selon un premier aspect de la présente invention sera décrit ci-après en référence aux dessins annexés.

La figure 10 est un schéma fonctionnel représentant la structure d'un appareil du présent mode de réalisation, dans lequel les numéros de référence 1 à 4 désignent des éléments identiques à ceux de l'appareil de l'art antérieur, 5 désigne une partie de définition d'attributs d'usinage servant à définir des attributs d'usinage pour

spécifier des types d'usinage tels qu'un usinage conique, l'usinage avec des rayons d'angle spécifiés pour des plans supérieur et inférieur, et des formes d'usinage différentes entre plans supérieur et inférieur, 6 désigne une partie de déclaration d'opérations d'usinage servant à générer un élément d'informations de opérations d'usinage en introduisant le point de départ d'usinage d'abord et l'élément géometrique à usiner après le point de départ d'usinage, 7 désigne une partie d'édition d'opérations d'usinage servant à afficher les informations d'opérations d'usinage déclarées de sorte que des valeurs d'éléments soient introduites et établies, 8 désigne une partie de sortie de données NC servant à générer des données NC à partir de données produites telles que des données géométriques, des données d'attributs d'usinage et des données d'opérations d'usinage et à fournir les données à partir d'une unité de sortie, 9 désigne une mémoire de données géométrique destinée à stocker des données géométriques générées dans la partie 4 de génération de formes géométriques, 10 désigne une mémoire de données d'attributs d'usinage servant à stocker les données d'attributs d'usinage définies dans la partie 5 de définition d'attributs d'usinage, et 11 désigne une mémoire de données de opérations d'usinage servant à stocker les données d'opérations d'usinage déclarées dans la partie 6 de déclaration d'opérations d'usinage et faisant l'objet d'une édition dans la partie 7 d'édition d'opérations d'usinage.

Le fonctionnement de l'appareil sera décrit en référence aux organigrammes des figures 11 à 15. On suppose ici qu'il s'agit d'usiner une forme telle que représentée sur la figure 8(a). Lors de la génération de formes géométriques (étape ST4), des éléments géométriques sont définies et éditées de manière interactive sur l'écran d'affichage et la forme représentée sur la figure 8(a) est générée. A ce moment, il n'est pas nécessaire de tenir compte de l'usinage qui doit suivre et la forme peut être générée suivant n'importe quel ordre. Il n'est pas nécessaire non plus de la déclarer comme étant une unité d'usinage d'un groupe, ni de la stocker dans une couche d'image spécifique (ou "couche" selon le terme utilisé dans le système CAO). Dans les cas autres que celui de

l'usinage de la circonférence de cette forme de façon verticale (appelé "usinage droit") (c'est-à dire le cas de OUI de l'étape ST5S), une définition des attributs d'usinage est effectuée (étape ST5). Le déroulement des étapes de cette opération est illustré sur la figure 12. L'usinage conique est sélectionné initialement comme type d'attribut d'usinage (étape ST51). Ensuite, un élément géométrique en tant qu'objet auquel est affecté l'attribut d'usinage (c'est-à-dire l'usinage conique) (a sur la figure 7(b)) est sélectionné (étape ST52). A ce point, il existe plusieurs branchements selon le type d'attribut d'usinage (étape ST53) et un angle de conicité (par exemple 1,5) est introduit à titre d'informations supplémentaires à fournir (étape ST54). Ensuite, pour spécifier la direction d'inclinaison de la face de cône, un point (le point a de la figure 7(c)) est introduit (étape ST55). De manière analogue, si l'attribut d'usinage concerne l'usinage avec les rayons d'angle attribués à la fois au plan supérieur et au plan inférieur, les rayons R d'angle sont introduits (étape ST56) après le branchement (étape ST53). Les données d'attributs d'usinage ainsi introduites sont stockées, en association avec l'élément géométrique correspondant, dans la mémoire 10 de données d'attributs d'usinage (figure 5(a)) (étape ST57). L'élément géométrique 2 de la figure 5 correspond au point a de la figure 7(c). En même temps, pour faciliter la confirmation des informations introduites, elles sont affichées sur l'écran d'affichage (figure 7(d)) (étape ST58). Sur la figure 7(d), "CONICITE" indique que les informations d'attributs d'usinage concernent l'usinage conique, "1,5" indique, à titre d'informations supplémentaires, que l'angle de conicité est de 1,5, tandis que "*" indique la direction d'inclinaison. Les étapes décrites ci-dessus, ST51 à ST58, sont répétées autant de fois que cela est nécessaire (étape ST5F).

On retourne maintenant à la figure 11, dans laquelle la déclaration d'opérations d'usinage est effectuée (étape ST6). Le déroulement de cette opération est représenté sur la figure 13. D'abord, le point de départ d'usinage (point a de la figure 2) est introduit (étape ST61). Ensuite, le premier élément géométrique à

usiner, qui est à usiner en premier après le démarrage de l'usinage au point de départ d'usinage (l'élément appelé 'élément d'approche') est sélectionné (point b de la figure 7(e)) (étape ST62). A ce moment, il est décidé, au niveau interne, qu'une nouvelle opération d'usinage a été définie et des informations d'opérations d'usinage 1 sont ainsi établies dans la mémoire de données de opérations d'usinage 11 et, en même temps, elles sont associées à la forme correspondante (figure 5(b)) (étape ST63). Cette génération des informations d'opérations d'usinage 1 est alors indiquée par l'affichage sur l'écran du nom de l'opération d'usinage (figure 8(a)) (étape ST64). Les étapes ST61 à ST64 susmentionnées sont répétées autant de fois qu'il y a de formes géométriques à usiner (étape ST6F).

On se réfère de nouveau à la figure 11. Lorsqu'il est nécessaire de confirmer/éditer les informations d'opérations d'usinage obtenues ci-dessus (OUI de l'étape ST7S), l'édition de l'opération d'usinage est effectuée (étape ST7). Le déroulement de cette opération est représenté sur la figure 14. D'abord, la sélection de l'élément géométrique a de la figure 8(a) indique que l'objet de l'édition concerne l'opération d'usinage 1 (étape ST71). En variante, le chiffre "1" peut être introduit ou bien l'indication "OPERATION 1" de la figure 8(a) peut être sélectionnée (étape ST72). Les informations d'opérations d'usinage désignées sont alors affichées sous la forme d'une table d'opérations d'usinage (figure 8 (b)) (étape ST73). Ceci permet à l'opérateur de confirmer facilement les informations d'opérations d'usinage. Lorsqu'on souhaite modifier le contenu d'un élémént de la table, la position de l'élément (par exemple, le point a de la figure 8(b) peut être spécifié (étape ST74) à l'aide d'une souris, d'une tablette, d'une touche de commande de curseur, ou analogue, et les informations qu'il s'agit d'y placer sont introduites (étape ST75). Lorsque la modification est terminée (OUI de l'étape ST76), le contenu des éléments sélectionnés est stocké dans la mémoire de données d'opérations d'usinage 11 (étape ST77). Les étapes ST71 à ST77 précitées sont répétées autant de fois qu'il y a d'opérations d'usinage (étape

ST7F).

On se réfère de nouveau à la figure 11. Les données NC sont délivrées en sortie (étape ST8). Le déroulement de cette opération est représenté sur la figure 15. D'abord, après le démarrage de ce sous-programme de sortie de données NC, les ensembles d'informations d'opérations d'usinage contenus dans la mémoire de données d'opérations d'usinage 11 sont analysés séquentiellement (étape ST81). Dans le cas de la figure 5(b), les informations d'opérations d'usinage 1 sont analisées de sorte que les données géométriques sont extraites (étape ST82). Ensuite, les données géométriques sont redisposées de manière à ce que les points d'extrémité des éléments géométriques soient reliés les uns aux autres (étape ST83). Ensuite, les éléments géométriques sont extraits un à un des données géométriques redisposées (étape ST84). Dans le cas dans lequel des instructions concernant un usinage en sens inverse sont données dans les informations d'opérations d'usinage, les éléments géométriques sont extraits en sens inverse. Un contrôle est effectué (étape ST85) pour déterminer si un attribut d'usinage est affecté à l'élément géométrique extrait ou non et, dans l'affirmative, les données d'attributs d'usinage sont extraites (étape ST86). Dans le cas de la figure 5(a), les données d'attribut d'usinage "CONICITE" sont extraites relativement à l'élément géométrique 2. Ensuite, des données NC sont générées (étape ST87) à partir des données d'attributs d'usinage (par exemple "A15000" à partir de l'angle 1,5). Puis, des données NC (par exemple "X100Y200") sont générées (étape ST88) à partir de l'élément géométrique. S'il existe d'autres données NC d'attributs d'usinage, elles sont combinées à ce point (par exemple "X100 Y200 A15000"). Puis, le parcours d'usinage est affiché à partir de l'élément géométrique (étape ST89) et les données NC générées comme décrit plus haut sont délivrées en sortie aux divers matériels périphériques (étape ST8A). Les étapes ST84 à ST8A ci-dessus sont répétées pour chaque élément de données géométriques correspondant à un ensemble d'informations d'opérations d'usinage (étape ST8B) et, en outre, les étapes ST81 à ST8B sont répétées pour chaque élément d'informations d'opérations d'usinage

des données d'opérations d'usinage (étape ST8F). Ainsi, le parcours d'usinage est affiché (figure 8(c)) et les données NC (figure 8(d)) dont délivrées en sortie.

Chacune des étapes ST4,ST5,ST6,ST7 et ST8 de la figure 11 concerne les opérations consistant à se référer aux données de forme géométrique, d'attributs d'usinage et d'opérations d'usinage, ainsi qu'à les stocker, et les étapes ne sont pas strictement interdépendantes. Par conséquent, l'opérateur dispose d'une certaine latitude à l'égard de chacune d'elles puisqu'il n'existe pas de contraintes rigides relatives à l'ordre de passage d'une étape à une autre, au nombre d'exécutions permises et analogue. Par exemple, après l'exécution du programme jusqu'à l'étape ST8, si la forme géométrique doit être corrigée, elle peut être corrigée à l'étape ST4 (par exemple un rayon R d'angle peut être inséré dans a de la figure 9) et les données NC peuvent être délivrées en sortie de nouveau à l'étape ST8. Comme les données d'opérations d'usinage et les données d'attributs d'usinage relatives aux données géométriques ont déjà été produites, il n'est pas nécessaire d'exécuter les étapes ST5, ST6 et ST7 si aucun changement n'a lieu. Bien que des branchements (étapes ST5S et ST7S) aient été prévus sur la figure 11 pour fournir une vue générale du déroulement des opérations, les diverses étapes, par exemple, ST4, ST5, ST6, ST7, ST8, etc., peuvent être exécutées d'une manière librement choisie et initialisées par l'opérateur sous la forme de commandes ou d'options de menu au même niveau directement par interface homme-machine. De plus, chacune des étapes ST4, ST5, ST6, ST7 et ST8 peut être constituée par une multiplicité de commandes ou d'options de menu en faisant en sorte, par exemple, que "DEFINITION LIGNE", "DEFINITION CERCLE", "INSERTION RAYON R D'ANGLE", "EFFACEMENT FORME", etc. soient prévus en vue de la génération de formes géométriques à l'étape ST4.

S'il n'est pas nécessaire de prévoir un attribut d'usinage (NON de l'étape ST5S de la figure 11) parce que l'usinage couramment en voie d'exécution est simplement de "l'usinage droit", les données d'attributs d'usinage ne sont pas générées. Par conséquent, il est décidé, lors de la sortie des données NC, qu'il n'y a pas d'attribut

d'usinage (NON de l'étape ST85 de la figure 15), ce qui ne pose aucun problème au niveau du fonctionnement et du traitement. Autrement dit, même si la définition de l'attribut d'usinage est omise, des opérations autres que celles relatives à l'attribut d'usinage sont exécutées de la même manière que si la définition de l'attribut d'usinage est fournie.

On va maintenant considérer le cas représenté sur la figure 3 dans lequel il y a une multiplicité de formes et, dans le cas de l'une des formes (a), il s'agit d'effectuer une opération de dégrossissage en sens antihoraire (dénommée opération d'usinage 1) et une opération de finition en sens horaire (dénomée opération d'usinage 2). D'abord, un attribut d'usinage est affecté (étape ST5) à la forme (a), comme requis, et une déclaration d'opération d'usinage est effectuée (étape ST6). Ensuite, l'édition des opérations d'usinage est effectuée (étape ST7), étape au cours de laquelle il est spécifié dans la table d'opérations d'usinage que l'opération 1 et l'opération 2 sont toutes les deux exécutées et les conditions d'usinage requises et éléments analogues sont introduites (étapes ST74 à ST76). Après leur introduction, les valeurs sont stockées respectivement en tant qu'informations d'opérations d'usinage 1 et en tant qu'informations d'opérations d'usinage 2 dans la mémoire de données d'usinage 11 (étape ST77). De manière analogue, l'affectation d'attributs d'usinage (étape ST5), la déclaration d'opérations d'usinage (étape ST6) et l'édition d'opérations d'usinage (étape ST7) sont effectuées pour la forme (b). Si les informations d'opérations d'usinage correspondant à la forme (b) sont désignées par informations d'opérations d'usinage 3, les données internes sont alors stockées de la manière indiquée sur la figure 6. Sur cette figure, les éléments géométriques 1 à 4 correspondent à la forme (a) et les éléments géométriques 5 à 7 correspondent à la forme (b). Ensuite, si l'opération de sortie de données NC (étape ST8) est exécutée, les données NC correspondant au dégrossissage en sens antihoraire sur la forme (a) et, suite à celui-ci, à la finition en sens horaire, puis à l'usinage de la forme (b) sont délivrées en sortie. Il est ainsi possible, après

attribution des différents types d'usinage, de délivrer en bloc les données NC.

On décrit ci-après un mode de réalisation selon un second aspect de la présente invention en référence aux dessins. La figure 16 est un schéma fonctionnel représentant la structure d'un appareil CFAO du présent mode de réalisation, dans lequel les numéros de référence 1a à 4a correspondent respectivement à ceux de l'appareil de l'art antérieur. Le numéro de référence 5a désigne une partie de déclaration d'usinage servant à générer des informations d'opérations d'usinage, 6a désigne une mémoire de formes géométriques servant à stocker des informations géométriques et 7a désigne une mémoire d'opérations d'usinage servant à stocker des informations d'opérations d'usinage. Le numéro de référence 8a désigne une partie d'édition d'opérations d'usinage destinée à servir à l'édition d'éléménts générés d'informations d'opérations d'usinage, tandis que 9a et 10a désignent des parties d'analyse d'informations géométriques et d'informations d'opérations d'usinage respectivement. Le numéro de référence 11a désigne une partie de génération d'informations NC et 12a désigne une partie d'affichage de parcours d'usinage, ces deux parties étant celles qui délivrent finalement un programme NC et un diagramme de parcours d'usinage respectivement. Le numéro de référence 13a désigne le programme NC généré et 14a désigne un dispositif TRC en tant que dispositif d'affichage.

La figure 17 est un schéma fonctionnel représentant la structure de la partie d'édition d'opérations d'usinage 8a de la figure 16, sur laquelle on constate que la partie d'édition d'opérations d'usinage 8a se compose d'une partie d'entrée d'éléments 15a, d'une partie de stockage de données 16a, d'une partie de spécification de positions 17a, d'une partie d'affichage 18a et d'une partie de sélection d'opérations d'usinage 19a.

Le fonctionnement du présént appareil CFAO sera décrit ci-après en référence à un organigramme représenté sur la figure 18.

Initialement, des informations géométriques sont introduites à partir de l'unité d'entrée telle que le clavier 1a, la souris 2a ou la tablette 3a (étape ST1a). La partie de génération de formes

géométriques 4a convertit les informations géométriques en informations adaptées au format de stockage interne (étape ST2a) et les informations sont stockées dans la mémoire de formes géométriques 6a (étape ST3a). La figure 19 montre un exemple de l'image affichée sur le dispositif TRC au moment où les opérations ont été exécutées jusqu'à l'étape ST3a. Cette figure montre un exemple dans lequel trois types de formes, a à c, sont définis comme représentant les informations géométriques.

La déclaration d'usinage de ces formes est effectuée d'abord pour la forme a par la spécification du point de départ d'usinage d faite par l'opérateur à l'aide de la souris ou analogue (étape ST4a) et la spécification de l'élément géométrique g (étape ST5a) qui sera le premier à être usiné lorsque l'usinage démarrera à partir du point de départ d'usinage en direction de la forme. Cette opération est commandée par la partie de déclaration d'usinage (étape ST6a). A ce moment, les informations d'entrée stockées dans la mémoire d'opérations d'usinage 7a lors de la dernière utilisation de l'appareil sont extraites et, sur la base de ces informations, les informations d'opérations d'usinage sont générées de façon automatique. Sur le dispositif TRC, un repère servant à signaler que les informations d'opérations d'usinage ont été générées est affiché (étape ST7a). Ce repère est affiché en association avec un chiffre indicatif de l'ordre d'usinage.

Ensuite, des déclarations similaires sont faites pour la forme b par la spécification de e et de h et pour la forme c par la spécification de i et de f. L'ordre des déclarations correspondant à ces formes devient l'ordre d'usinage. L'affichage du dispositif TRC après la réalisation des déclarations d'usinage pour les formes de la figure 19 est représenté sur la figure 20. Sur la figure 20, les numéros de référence 20a à 22a désignent les repères indicatifs des points de départ d'usinage et 23a à 25a désignent les repères correspondant aux informations d'opérations d'usinage. Les chiffres associés aux repères représentent l'ordre d'usinage.

Lorsque des éléments d'informations d'opérations d'usinage pour lesquelles des déclarations ont déjà été effectuées sont édités (OUI

de l'étape ST8a), le repère correspondant à l'opération d'usinage (ou au premier élément géométrique) est spécifié (étape ST9a). Cette sélection est réalisée par la partie de sélection d'opérations d'usinage 19a à l'intérieur de la partie d'édition d'opérations d'usinage représentée sur la figure 17 (étape ST10a), et une table servant à l'entrée et à l'édition, de manière interactive, de divers éléments d'informations relatives à l'usinage de la forme est affichée comme représenté sur la figure 21 (étape ST11a). Les informations nécessaires sont établies à l'aide de la table (étape ST12a) et elles sont stockées dans la mémoire de opérations d'usinage correspondant à chaque forme (étape ST13a).

La figure 22 est un schéma représentant l'état de stockage d'informations dans la mémoire de formes géométriques 6a et dans la mémoire d'opérations d'usinage 7a au moment où les déclarations sont réalisées comme représenté sur la figure 20. Les trois ensembles d'informations de la mémoire de formes géométriques 6a correspondent aux trois formes de la figure 19. Dans la mémoire d'opérations d'usinage 7a sont stockés des ensembles d'informations d'opérations d'usinage correspondant aux trois ensembles d'informations contenus dans la mémoire de formes géométriques 6a.

Les détails de la table d'opérations d'usinage de la figure 21 seront décrits en référence à la figure 23. Cette table est un exemple d'une table d'opérations d'usinage servant à sortir des informations NC relatives à une machine à décharge électrique de coupe par fil. La table d'opérations d'usinage est commandée par la partie d'édition d'opérations d'usinage 8a représentée sur la figure 17. Les rangées représentent des configurations d'usinage, c'est-à-dire que si des données sont introduites et augmentées suivant les rangées, des configurations d'usinage multiples pourront être incluses.

Les colonnes de la table d'opérations d'usinage représentent des éléments d'informations utilisées pour chaque configuration d'usinage. Il suffit, pour l'opérateur, d'établir et de modifier le contenu de la table d'opérations d'usinage à l'aide d'un clavier 1a ou analogue. Lorsque l'option de menu "COMPLETER" de la table est sélectionnée par l'intermédiaire de la souris ou analogue, les données introduites dans

la table sont stockées dans la mémoire de opérations d'usinage 7a et la table est fermée. Lorsque l'option de menu "SORTIE" est sélectionnée, les résultats des entrées de données courantes sont abandonnés et la table est fermée, les informations établies initialement étant maintenues. Il est possible, bien entendu, après la fermeture de la table, de la rouvrir et d'y introduire de nouvelles informations de manière répétée en sélectionnant le repère d'opération d'usinage (étape ST9a).

La partie de spécification de positions surveille la position de l'élément d'entrée et transfert les données à la partie d'entrée d'éléments, et la partie de stockage de données stocke les données dans la mémoire d'opérations d'usinage 7a. La table d'opérations d'usinage est toujours affichée par la partie d'affichage. Elle est capable de stocker de façon indépendante les différents contenus correspondant à l'ensemble individuel d'informations d'opérations d'usinage. Par conséquent, en effectuant la déclaration d'usinage pour chaque section d'informations géométriques, il devient ainsi possible de définir des ensembles respectifs d'informations d'usinage.

Lors de la génération du programme NC à partir de la forme géométrique et des informations d'opérations d'usinage, la partie d'analyse d'informations d'opérations d'usinage 10a se réfère aux informations d'opérations d'usinage placée en tête. Lors de cette étape, un ensemble d'informations destinées à la préparation de machines-outils ou analogues est généré (étape ST14a). Puis, la partie d'analyse de formes géométriques 9a analyse les informations géométriques correspondantes et génère le parcours d'usinage, c'est-à-dire le parcours de l'outil (étape ST15a). Une fois terminées ces opérations relativement à un ensemble d'informations d'opérations d'usinage, les mêmes opérations sont effectuées relativement à l'ensemble suivant d'informations d'opérations d'usinage (étape ST16a). Ces ensembles d'informations sont transférés à la partie de génération d'informations NC 11a et le programme NC est généré lorsque les analyses de tous les ensembles des informations d'opérations d'usinage sont terminées. La partie d'affichage de parcours d'usinage 12a convertit les informations de parcours d'usinage en informations

graphiques et les affiche sur le TRC 14a.

Les modes de réalisation précités ont été décrits en supposant que les opérations d'usinage conique, d'usinage de formes différentes entre les plans supérieur et inférieur et opérations analogues sont réalisées par une machine à décharge éléctrique de coupe par fil, mais ces modes de réalisation peuvent s'appliquer également à la sortie de données NC compatibles avec diverses autres machines telles qu'un "centre d'usinage", une machine à fraiser, un tour, une machine laser et une machine à décharge électrique.

Les modes de réalisation précités ont été décrits relativement à leur application à un appareil CFAO, mais ils pourraient être appliquées également à des appareils de programmation automatique, à des fonctions de programmation automatique incorporées dans des appareils NC, et analogues.

Tel que décrit jusqu'à présent, l'appareil CFAO selon le premier aspect de la présente invention est doté d'un moyen de définition d'attributs d'usinage permettant d'affecter une méthode d'usinage à une partie d'une forme géométrique d'un objet, et il est doté en outre d'un moyen de déclaration d'opérations d'usinage et d'un moyen d'édition d'opérations d'usinage permettant de spécifier et d'éditer des opérations d'usinage relativement à la forme de l'objet. Il permet donc de d'obtenir facilement des spécifications précises en vue de l'usinage. Comme il est capable de délivrer en bloc divers ensembles de données NC spécifiant divers types d'usinage, il permet d'obtenir un autre résultat, à savoir une réduction du temps de traitement s'écoulant entre la génération des formes géométriques et la sortie des données NC.

L'appareil CFAO selon le second aspect de la présente invention permet d'affecter un ensemble d'informations d'usinage à une partie d'informations géométriques générées. Par conséquent, lorsqu'on souhaite réaliser un programme NC pour usiner une partie quelconque d'un ensemble d'informations géométriques dans des conditions d'usinage autres que celles correspondant à d'autres parties, il n'est pas nécessaire de définir la forme géométique après avoir divisé l'objet à usiner en deux formes différentes. Ceci a pour conséquence

d'augmenter l'efficacité de la programmation NC, efficacité dont l'effet est d'autant plus grand que le nombre de formes et de configurations d'usinage augmente.

REVENDICATIONS

1. Appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur, caractérisé en ce qu'il comprend:

un moyen de génération de formes géométriques (4,4a) servant à générer une multiplicité de formes géométriques à usiner en interaction avec un écran d'affichage (14a);

un moyen de définition d'attributs d'usinage (5) servant à définir un attribut d'usinage à affecter à un élément géométrique souhaité de chaque forme géométrique à usiner;

un moyen de définition d'opérations d'usinage (6) servant à définir un opération d'usinage comprenant un parcours d'usinage, et un ordre d'usinage de chaque élément géométrique de chaque forme géométrique à usiner;

un moyen de stockage (9) servant à stocker des informations d'attributs d'usinage et des informations d'opérations d'usinage pour chaque élément géométrique de chaque forme géométrique à usiner;

un moyen d'édition d'opérations d'usinage (7,8a) servant à rééditer les informations d'opérations d'usinage stockées dans lesdits moyens de stockage de façon répétée en fonction d'une modification des conditions d'usinage; et

un moyen de génération d'informations de commande numérique (11a) servant à générer et à délivrer des informations de commande numérique relatives aux formes géométriques à usiner comprenant les informations d'attributs d'usinage et les informations d'opérations d'usinage relatives à chaque élément géométrique de chaque forme géométrique à usiner.

2. Appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur, caractérisé en ce qu'il comprend:

un moyen de génération de formes géométriques (4,4a) servant à générer une multiplicité de formes géométriques à usiner en interaction avec un écran d'affichage (14a);

un moyen de déclaration d'usinage (5a) servant à sélectionner un élément géométrique souhaité parmi des éléments géométriques de chaque forme géométrique à usiner, à générer des ensembles

d'informations d'opérations d'usinage formés par divers types d'informations d'usinage spécifiant des opérations d'usinage des éléments géométriques, et à stocker dans un moyen de stockage lesdits ensembles d'informations d'opérations d'usinage associés aux éléments géométriques correspondants;

un moyen de génération d'informations de commande numérique (11a) servant à déterminer un parcours d'usinage basé sur lesdits ensembles d'informations d'opérations d'usinage et les éléments géométriques correspondant auxdits ensembles d'informations d'opérations d'usinage pour générer ainsi des informations de commande numérique ;

et un moyen d'édition d'opérations d'usinage (7,8a) comprenant:

un moyen de sélection d'informations d'opérations d'usinage (19a) servant à sélectionner un ensemble d'informations d'opérations d'usinage dans ledit moyen de stockage en spécifiant un élément géométrique parmi les éléments géométriques de la forme géométrique à usiner dont une déclaration d'usinage a déjà été effectuée, un nom d'identification et un numéro d'identification de l'ensemble d'informations d'opérations d'usinage dont la déclaration d'usinage a déjà été effectuée;

un moyen d'affichage de table d'opérations d'usinage (18a) servant à afficher les informations d'opérations d'usinage sélectionnées sous la forme d'une table d'opérations d'usinage sur l'écran d'affichage (14a), ladite table d'opérations d'usinage affichant des types d'opérations d'usinage et des éléments correspondant audit type d'opérations d'usinage en colonnes et des éléments d'opérations multiples indicatifs de l'ordre d'usinage sur des rangées de la table;

un moyen de spécification de positions d'éléments d'entrée (17a) servant à la sélection d'une quelconque position d'élément souhaitée dans ladite table d'opérations d'usinage, position dans laquelle des données requises sont à introduire;

un moyen d'entrée d'éléments (15a) servant à introduire les données requises dans ladite position d'élément d'entrée sélectionnée, et;

un moyen de stockage d'informations d'opérations d'usinage (16a)

servant à stocker lesdites données requises introduites en tant qu'informations d'opérations d'usinage.

3. Appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit moyen de génération d'informations de commande numérique (11a) délivre en sortie des informations de commande numérique compatibles avec une machine à décharge électrique de coupe par fil.

4. Appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le moyen de sortie d'informations de commande numérique (11a) délivre en sortie des informations de commande numérique compatibles avec un "centre d'usinage", une machine à fraiser, un tour, une machine laser et une machine à décharge électrique.

5. Appareil de programmation à commande numérique automatique, caractérisé en ce qu'il comporte un appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur selon la revendication 1 ou 2 en tant que moyen de programmation automatique.

6. Appareil à commande numérique, caractérisé en ce qu'il comporte un appareil de conception et de fabrication assistées par ordinateur selon la revendication 1 ou 2 en tant que moyen de programmation automatique.

FIG. 1

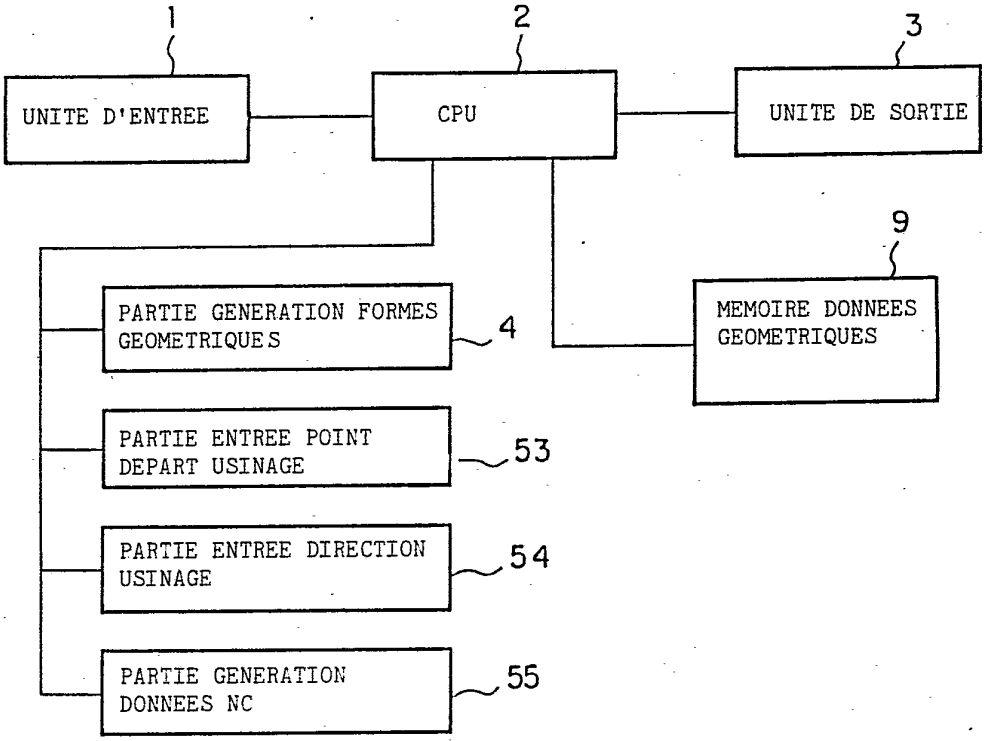

1
2
3
UNITE D'ENTREE
CPU
UNITE DE SORTIE
9
PARTIE GENERATION FORMES GEOMETRIQUES
4
MEMOIRE DONNEES GEOMETRIQUES
PARTIE ENTREE POINT DEPART USINAGE
53
PARTIE ENTREE DIRECTION USINAGE
54
PARTIE GENERATION DONNEES NC
55

FIG. 2

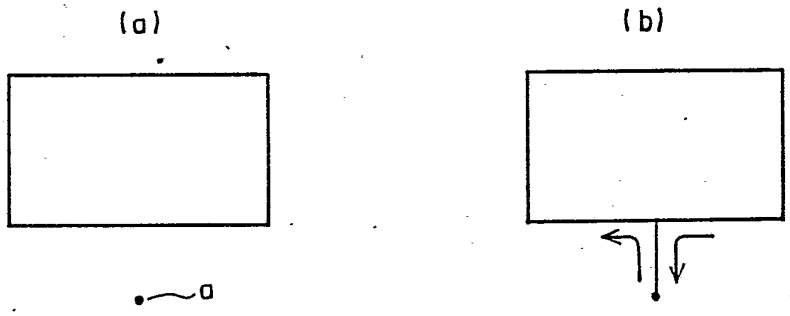

(a)
(b)
a

FIG. 3

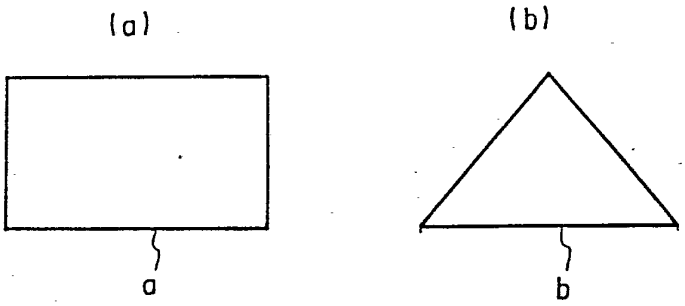

(a)
(b)
a
b

FIG. 13

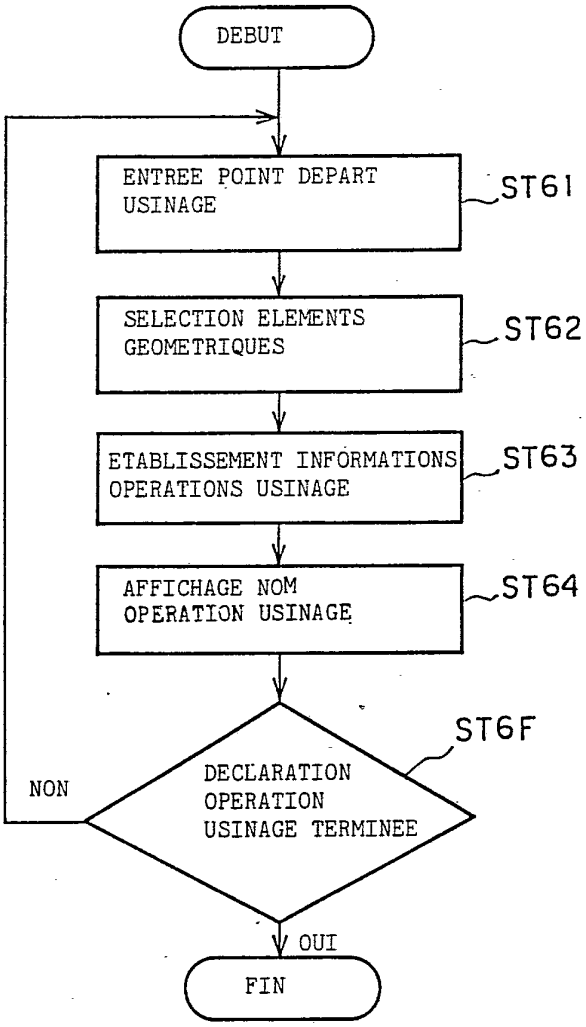

DEBUT
ENTREE POINT DEPART USINAGE
ST61
SELECTION ELEMENTS GEOMETRIQUES
ST62
ETABLISSEMENT INFORMATIONS OPERATIONS USINAGE
ST63
AFFICHAGE NOM OPERATION USINAGE
ST64
ST6F
DECLARATION OPERATION USINAGE TERMINEE
NON
OUI
FIN

FIG. 4

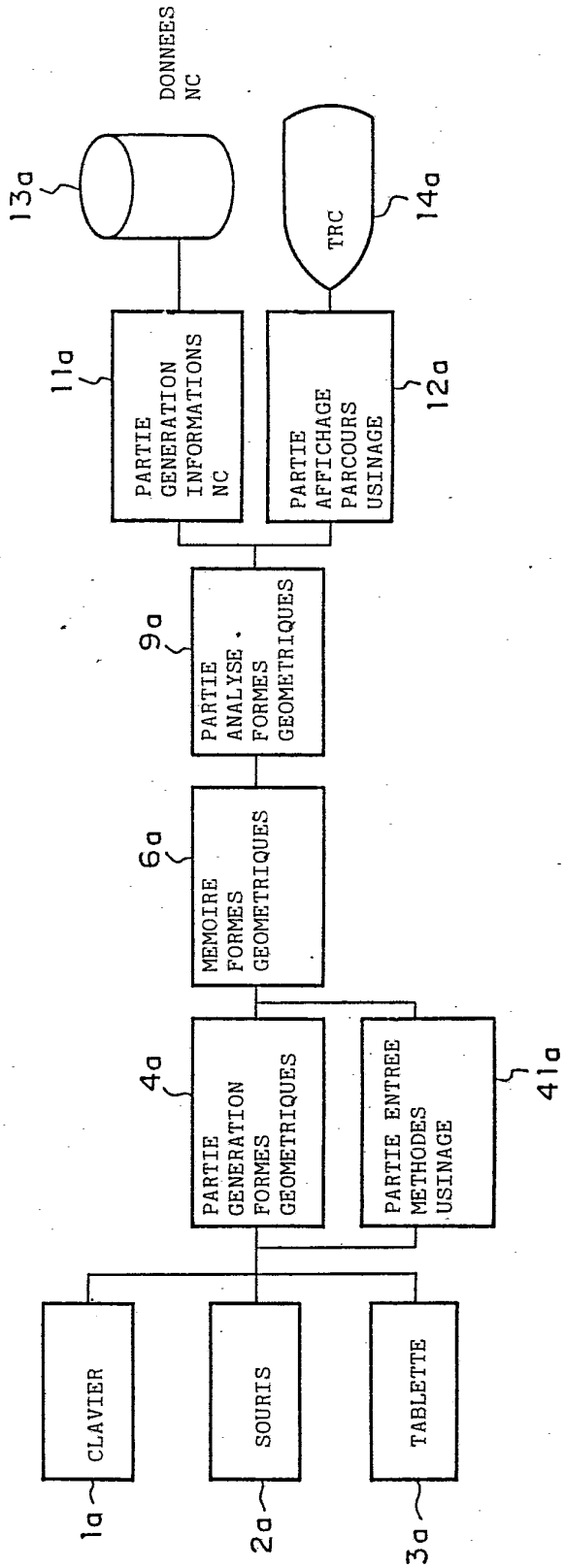

DONNEES NC
13a
14a
TRC
11a
PARTIE GENERATION INFORMATIONS NC
PARTIE AFFICHAGE PARCOURS USINAGE
12a
9a
PARTIE ANALYSE . FORMES GEOMETRIQUES
6a
MEMOIRE FORMES GEOMETRIQUES
4a
PARTIE GENERATION FORMES GEOMETRIQUES
PARTIE ENTREE METHODES USINAGE
41a
CLAVIER
SOURIS
TABLETTE
1a
2a
3a

FIG. 5

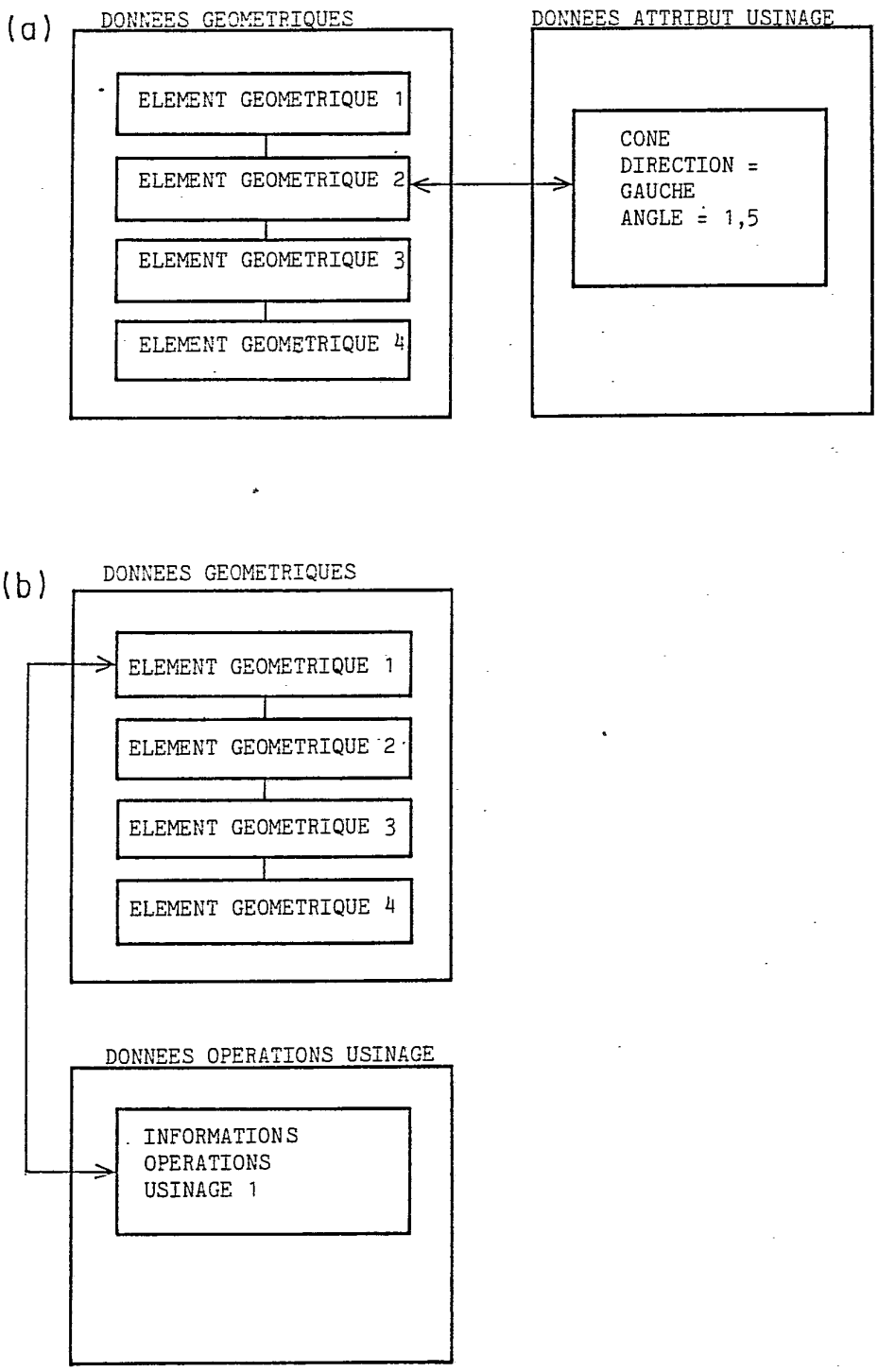

(a)
DONNEES GEOMETRIQUES
ELEMENT GEOMETRIQUE 1
ELEMENT GEOMETRIQUE 2
ELEMENT GEOMETRIQUE 3
ELEMENT GEOMETRIQUE 4
DONNEES ATTRIBUT USINAGE
CONE
DIRECTION = GAUCHE
ANGLE = 1,5
(b)
DONNEES GEOMETRIQUES
ELEMENT GEOMETRIQUE 1
ELEMENT GEOMETRIQUE 2
ELEMENT GEOMETRIQUE 3
ELEMENT GEOMETRIQUE 4
DONNEES OPERATIONS USINAGE
INFORMATIONS OPERATIONS USINAGE 1

FIG. 6

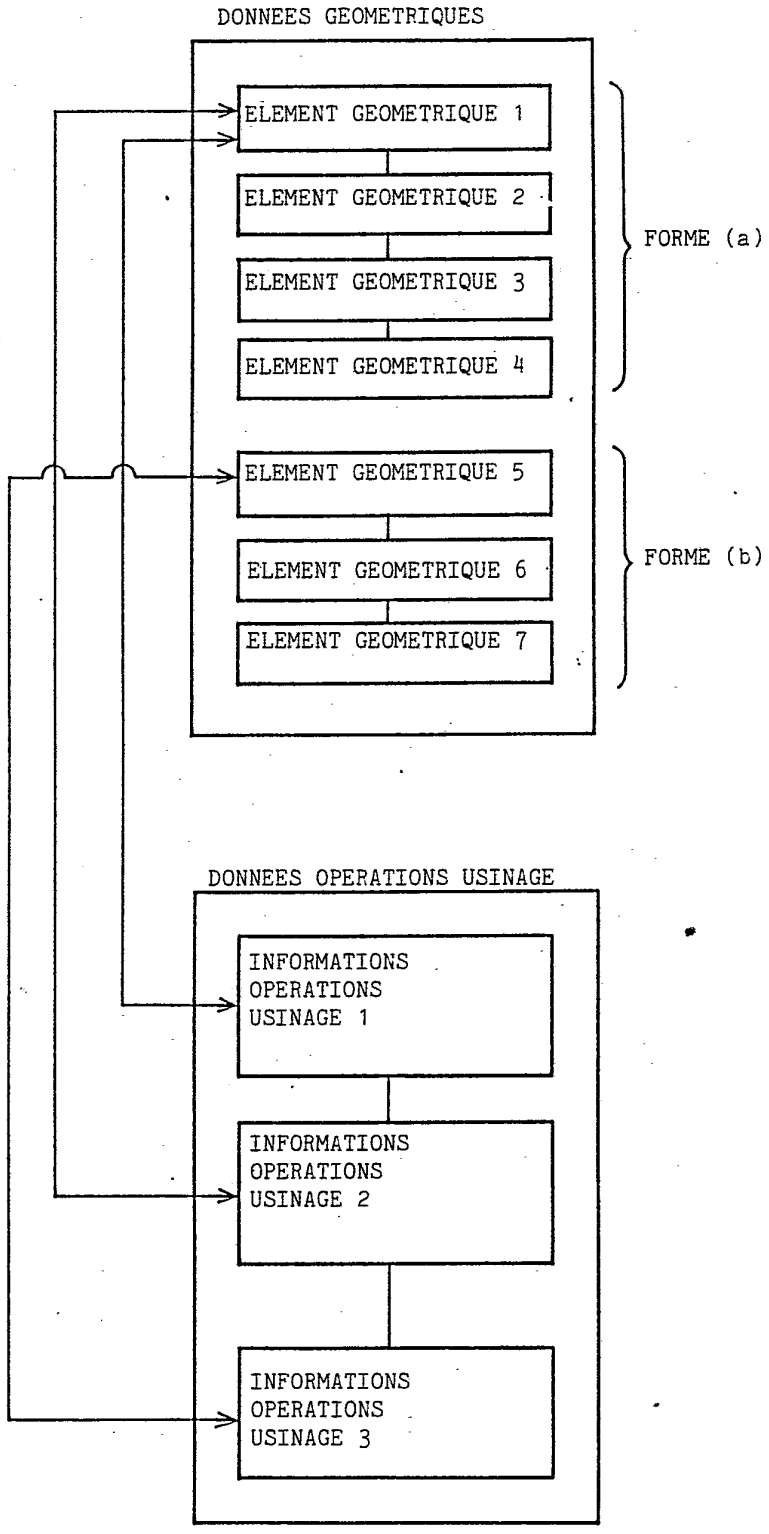

DONNEES GEOMETRIQUES
ELEMENT GEOMETRIQUE 1
ELEMENT GEOMETRIQUE 2
ELEMENT GEOMETRIQUE 3
ELEMENT GEOMETRIQUE 4
FORME (a)
ELEMENT GEOMETRIQUE 5
ELEMENT GEOMETRIQUE 6
ELEMENT GEOMETRIQUE 7
FORME (b)
DONNEES OPERATIONS USINAGE
INFORMATIONS OPERATIONS USINAGE 1
INFORMATIONS OPERATIONS USINAGE 2
INFORMATIONS OPERATIONS USINAGE 3

FIG. 7

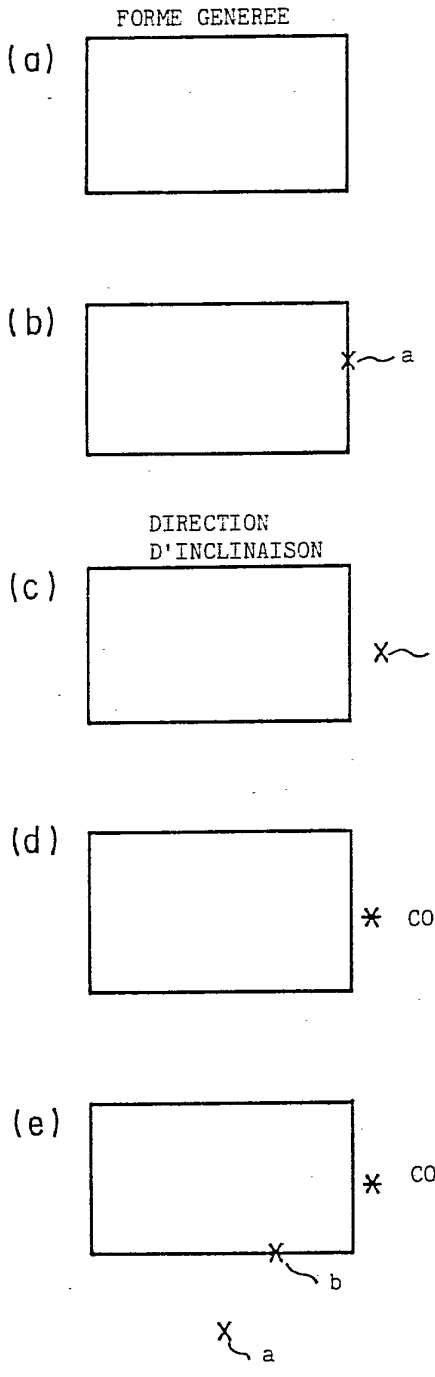
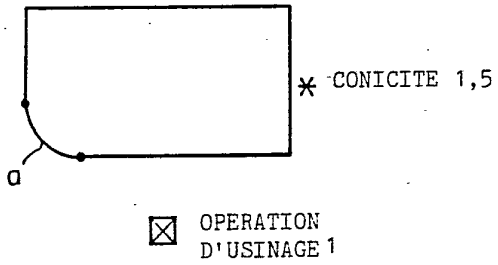

FORME GENEREE
(a)
(b)
a
DIRECTION
D'INCLINAISON
(c)
a
(d)
CONICITE 1,5
(e)
CONICITE 1,5
b
a

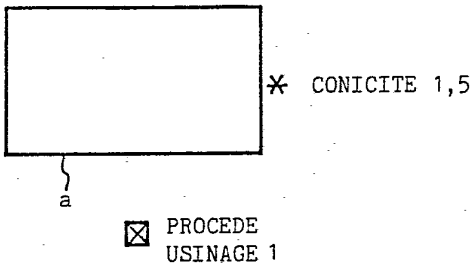
FIG. 9


CONICITE 1,5
a
OPERATION
D'USINAGE 1

2646725

FIG. 8

(a)

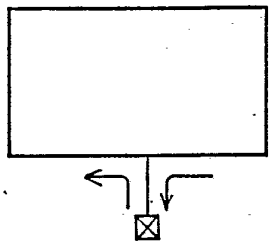


(b)

TYPE OPERATION USINAGE	TYPE 1		
DIRECTION USINAGE	GAUCHE		
VITESSE USINAGE	40		
DIRECTION DECALAGE	DROITE X		
⋮			

a

(c)



(d)

```
M80
G90
G92X100Y100
G01X100Y150F40
  ⋮
```

FIG. 10

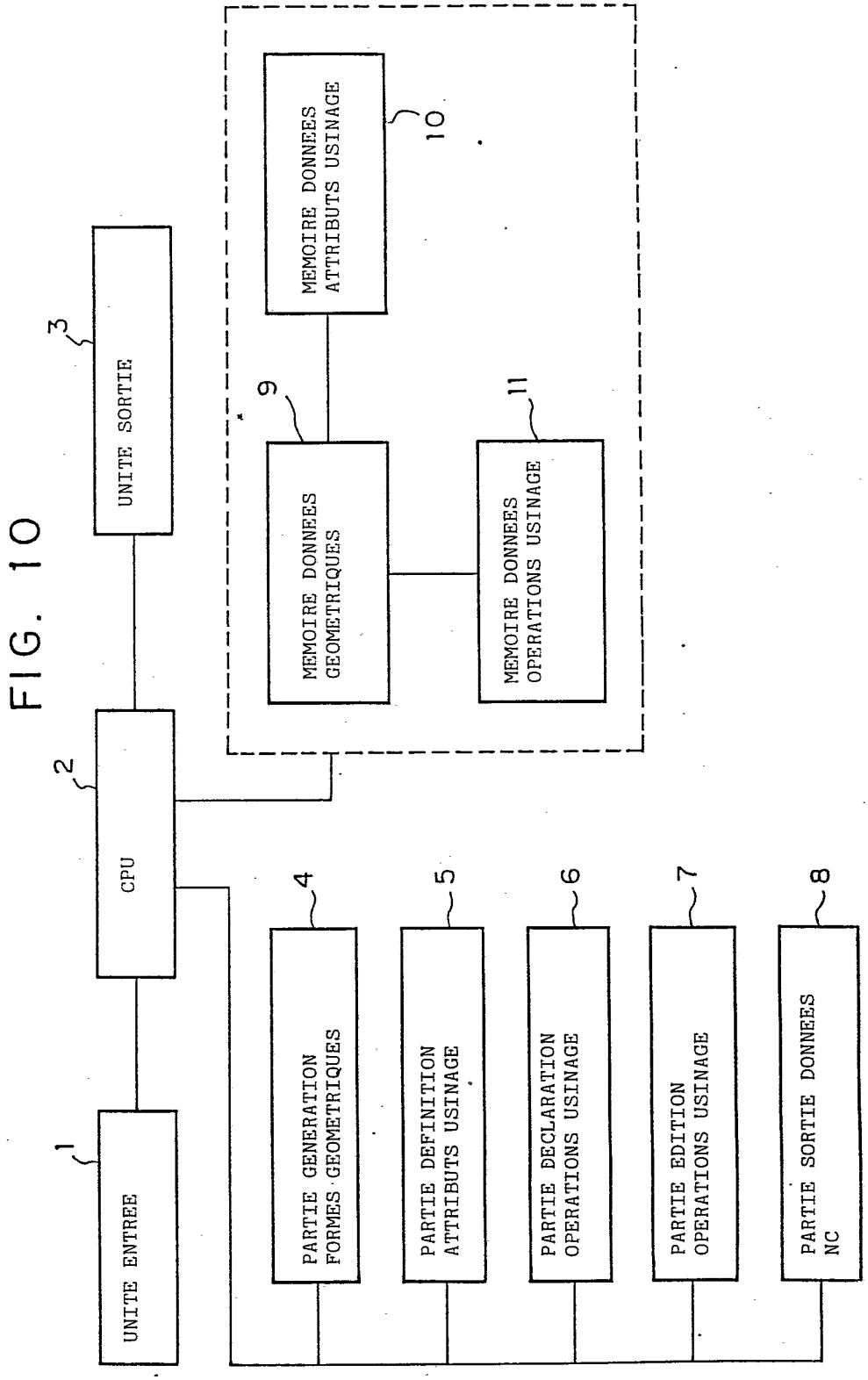

UNITE ENTREE
1
CPU
2
UNITE SORTIE
3
PARTIE GENERATION FORMES GEOMETRIQUES
4
PARTIE DEFINITION ATTRIBUTS USINAGE
5
PARTIE DECLARATION OPERATIONS USINAGE
6
PARTIE EDITION OPERATIONS USINAGE
7
PARTIE SORTIE DONNEES NC
8
MEMOIRE DONNEES GEOMETRIQUES
9
MEMOIRE DONNEES ATTRIBUTS USINAGE
10
MEMOIRE DONNEES OPERATIONS USINAGE
11

FIG. 11

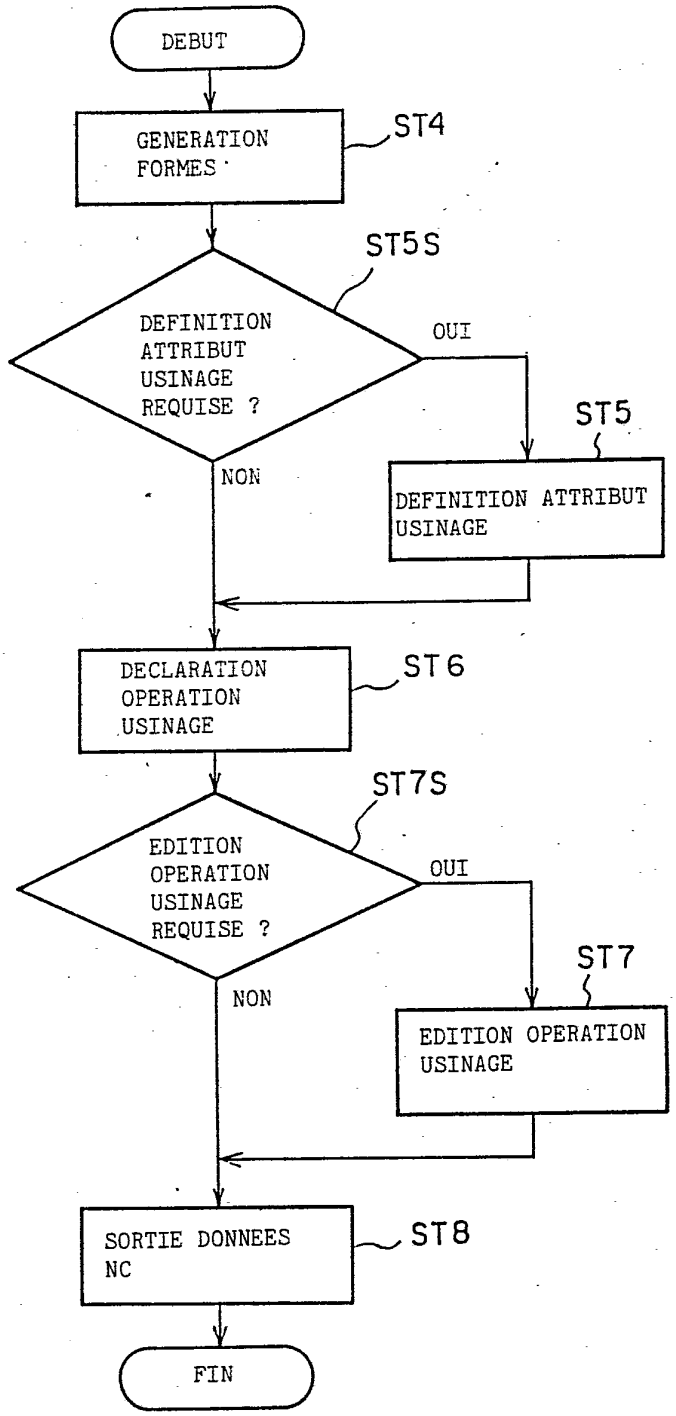

DEBUT
GENERATION FORMES
ST4
ST5S
DEFINITION ATTRIBUT USINAGE REQUISE ?
OUI
NON
ST5
DEFINITION ATTRIBUT USINAGE
DECLARATION OPERATION USINAGE
ST6
ST7S
EDITION OPERATION USINAGE REQUISE ?
OUI
NON
ST7
EDITION OPERATION USINAGE
SORTIE DONNEES NC
ST8
FIN

FIG. 12

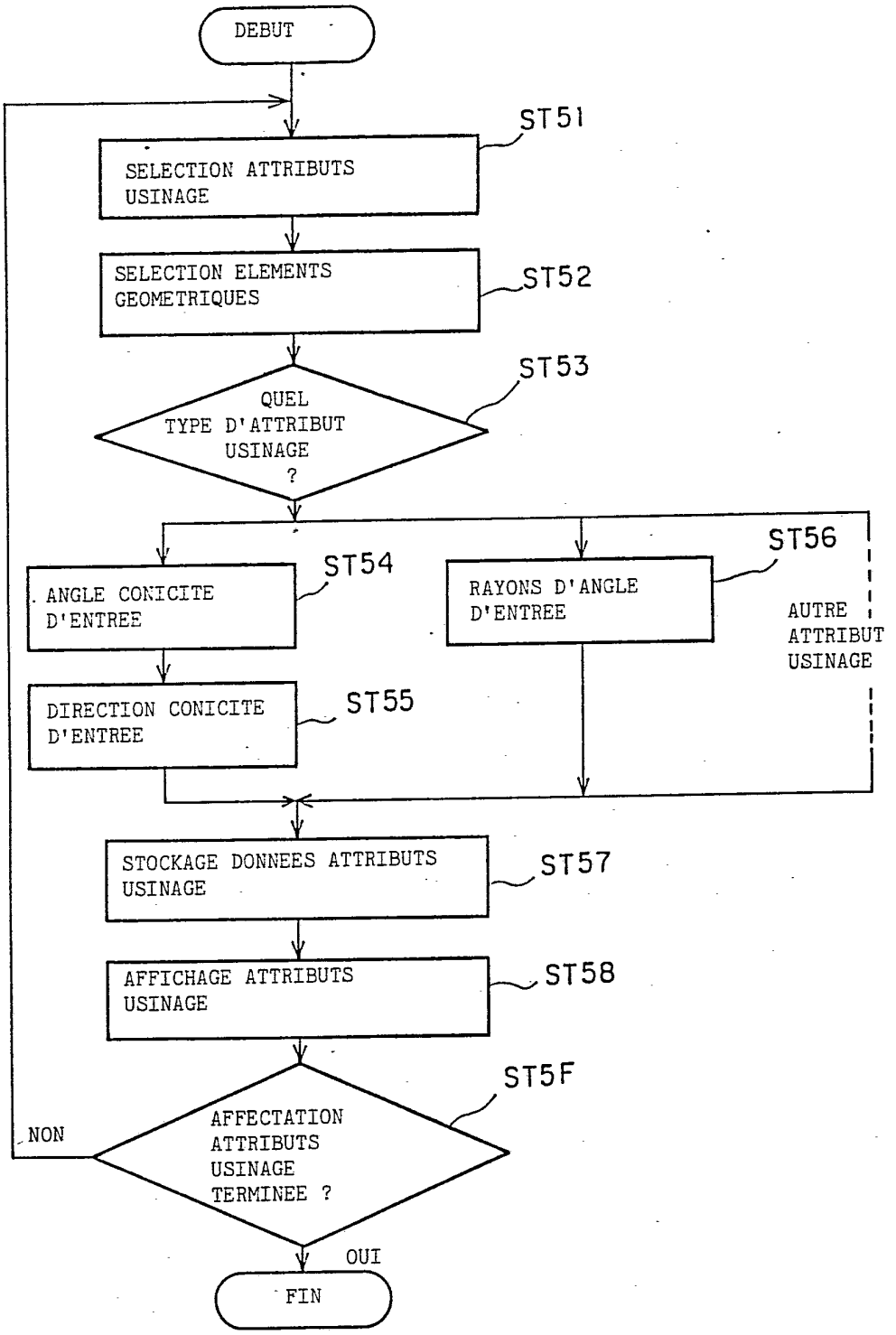
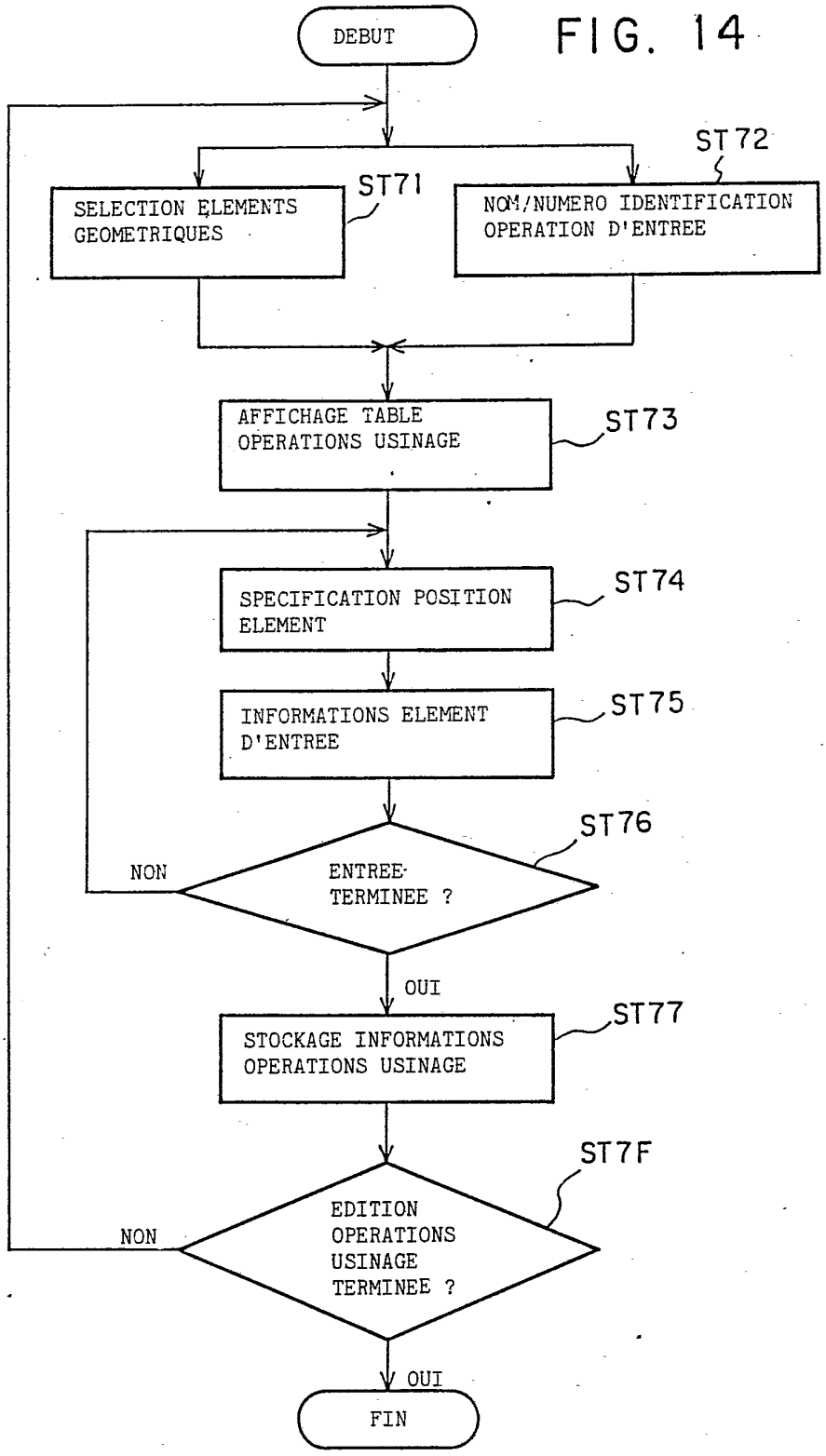

DEBUT
ST51
SELECTION ATTRIBUTS USINAGE
SELECTION ELEMENTS GEOMETRIQUES
ST52
ST53
QUEL TYPE D'ATTRIBUT USINAGE ?
ST54
ANGLE CONICITE D'ENTREE
DIRECTION CONICITE D'ENTREE
ST55
ST56
RAYONS D'ANGLE D'ENTREE
AUTRE ATTRIBUT USINAGE
STOCKAGE DONNEES ATTRIBUTS USINAGE
ST57
AFFICHAGE ATTRIBUTS USINAGE
ST58
ST5F
AFFECTATION ATTRIBUTS USINAGE TERMINEE ?
NON
OUI
FIN

FIG. 14


DEBUT
ST72
ST71
SELECTION ELEMENTS GEOMETRIQUES
NOM/NUMERO IDENTIFICATION OPERATION D'ENTREE
AFFICHAGE TABLE OPERATIONS USINAGE
ST73
SPECIFICATION POSITION ELEMENT
ST74
INFORMATIONS ELEMENT D'ENTREE
ST75
ST76
NON
ENTREE TERMINEE ?
OUI
STOCKAGE INFORMATIONS OPERATIONS USINAGE
ST77
ST7F
NON
EDITION OPERATIONS USINAGE TERMINEE ?
OUI
FIN

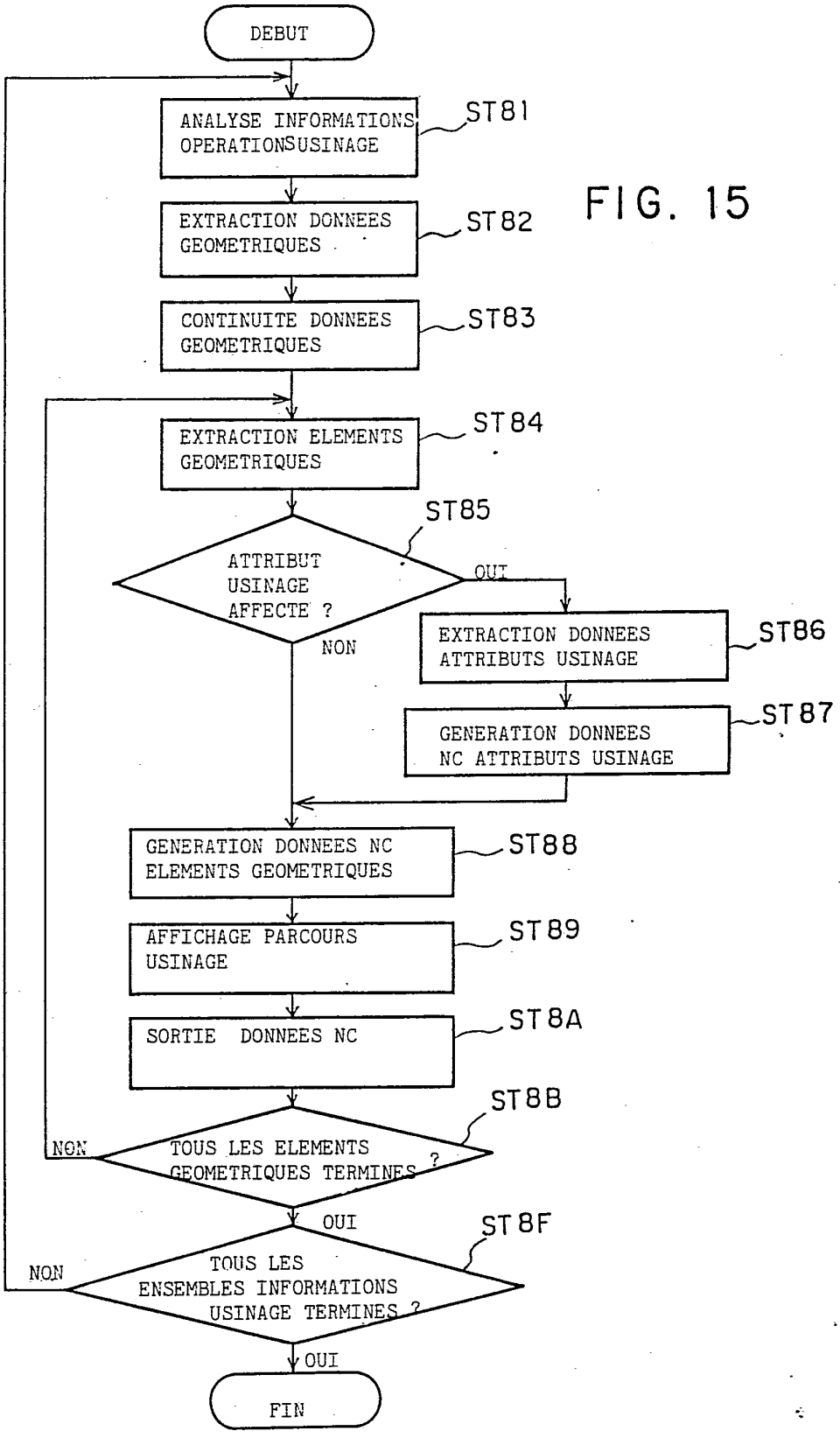

DEBUT
ANALYSE INFORMATIONS OPERATIONSUSINAGE
ST81
EXTRACTION DONNEES GEOMETRIQUES
ST82
CONTINUITE DONNEES GEOMETRIQUES
ST83
EXTRACTION ELEMENTS GEOMETRIQUES
ST84
ST85
ATTRIBUT USINAGE AFFECTE ?
OUI
NON
EXTRACTION DONNEES ATTRIBUTS USINAGE
ST86
GENERATION DONNEES NC ATTRIBUTS USINAGE
ST87
GENERATION DONNEES NC ELEMENTS GEOMETRIQUES
ST88
AFFICHAGE PARCOURS USINAGE
ST89
SORTIE DONNEES NC
ST8A
ST8B
NON
TOUS LES ELEMENTS GEOMETRIQUES TERMINES ?
OUI
ST8F
NON
TOUS LES ENSEMBLES INFORMATIONS USINAGE TERMINES ?
OUI
FIN

FIG. 15

FIG. 16

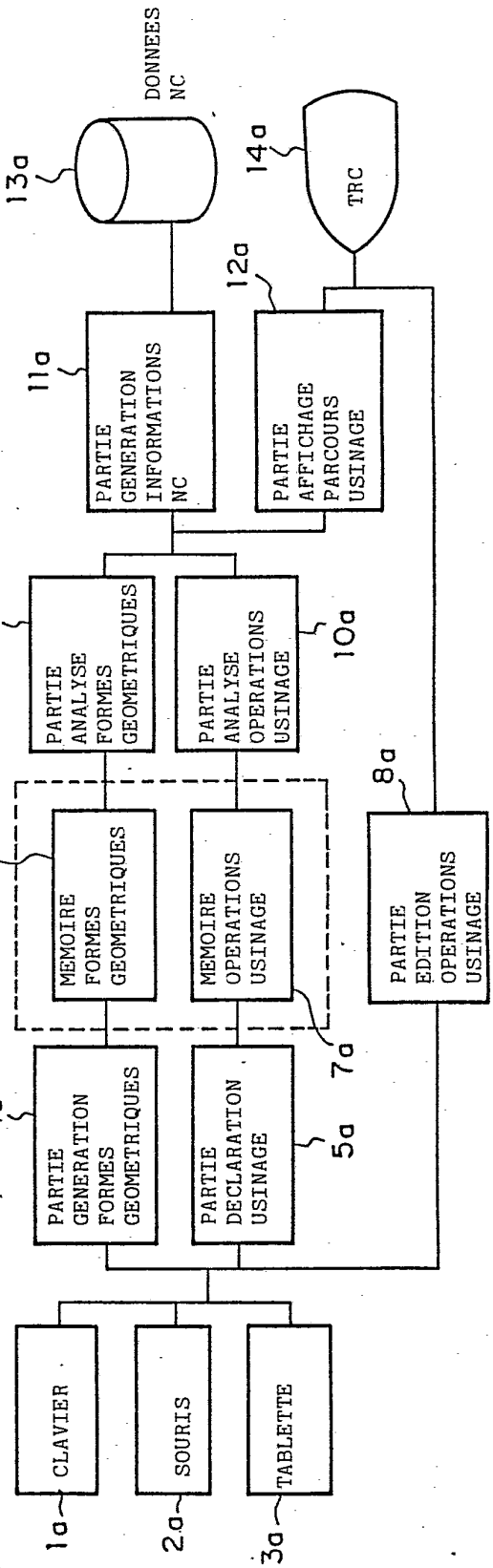
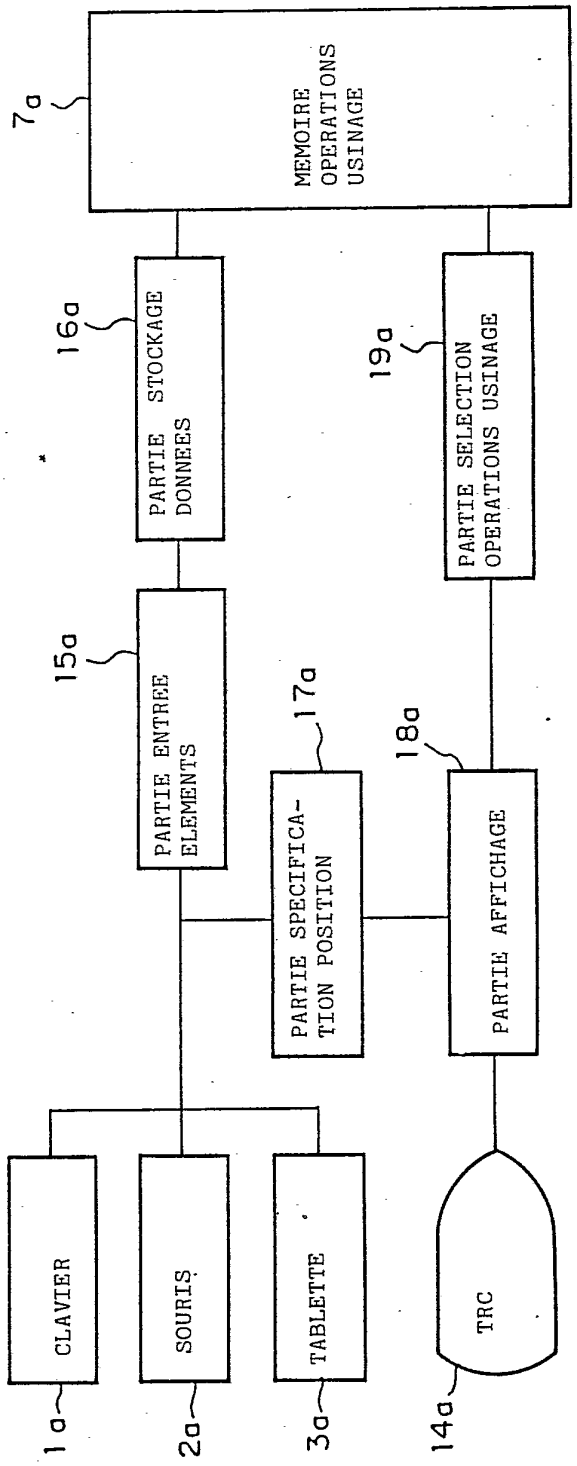

DONNEES NC
13a
14a
TRC
12a
11a
PARTIE GENERATION INFORMATIONS NC
PARTIE AFFICHAGE PARCOURS USINAGE
9a
PARTIE ANALYSE FORMES GEOMETRIQUES
PARTIE ANALYSE OPERATIONS USINAGE
10a
8a
6a
MEMOIRE FORMES GEOMETRIQUES
MEMOIRE OPERATIONS USINAGE
PARTIE EDITION OPERATIONS USINAGE
7a
4a
PARTIE GENERATION FORMES GEOMETRIQUES
PARTIE DECLARATION USINAGE
5a
CLAVIER
SOURIS
TABLETTE
1a
2a
3a

FIG 17


7a
MEMOIRE OPERATIONS USINAGE
16a
PARTIE STOCKAGE DONNEES
19a
PARTIE SELECTION OPERATIONS USINAGE
15a
PARTIE ENTREE ELEMENTS
17a
PARTIE SPECIFICATION POSITION
18a
PARTIE AFFICHAGE
CLAVIER
SOURIS
TABLETTE
TRC
1a
2a
3a
14a

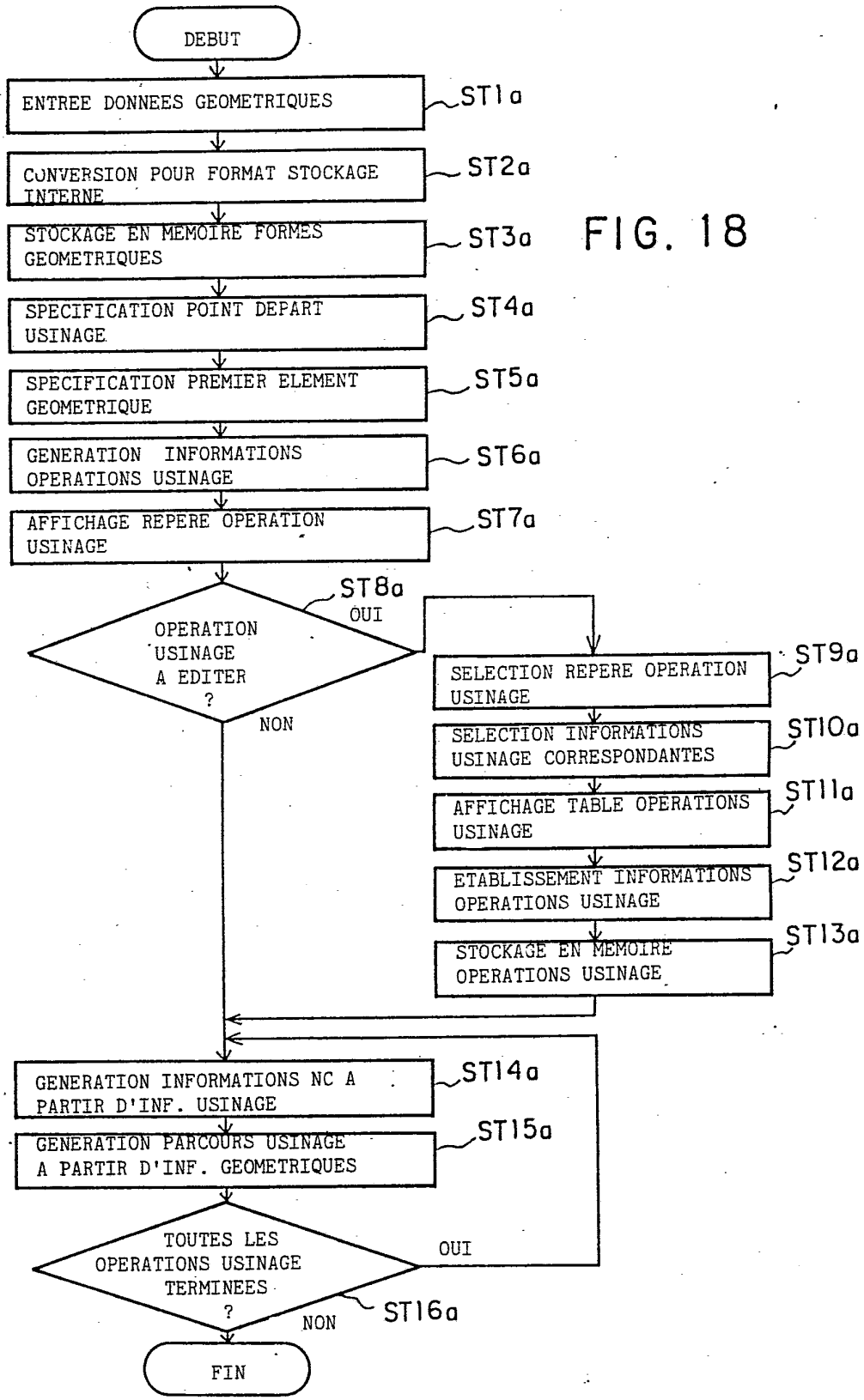

DEBUT
ENTREE DONNEES GEOMETRIQUES
ST1a
CONVERSION POUR FORMAT STOCKAGE INTERNE
ST2a
STOCKAGE EN MEMOIRE FORMES GEOMETRIQUES
ST3a
SPECIFICATION POINT DEPART USINAGE
ST4a
SPECIFICATION PREMIER ELEMENT GEOMETRIQUE
ST5a
GENERATION INFORMATIONS OPERATIONS USINAGE
ST6a
AFFICHAGE REPERE OPERATION USINAGE
ST7a
OPERATION USINAGE A EDITER ?
ST8a
OUI
NON
SELECTION REPERE OPERATION USINAGE
ST9a
SELECTION INFORMATIONS USINAGE CORRESPONDANTES
ST10a
AFFICHAGE TABLE OPERATIONS USINAGE
ST11a
ETABLISSEMENT INFORMATIONS OPERATIONS USINAGE
ST12a
STOCKAGE EN MEMOIRE OPERATIONS USINAGE
ST13a
GENERATION INFORMATIONS NC A PARTIR D'INF. USINAGE
ST14a
GENERATION PARCOURS USINAGE A PARTIR D'INF. GEOMETRIQUES
ST15a
TOUTES LES OPERATIONS USINAGE TERMINEES ?
ST16a
OUI
NON
FIN

FIG. 18

FIG. 19

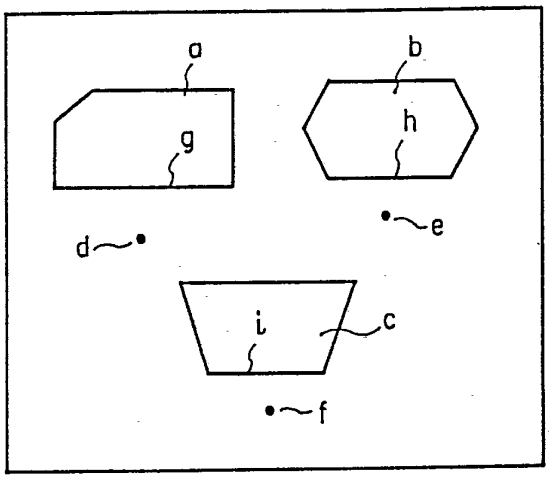

a
b
g
h
d
e
i
c
f

FIG. 22

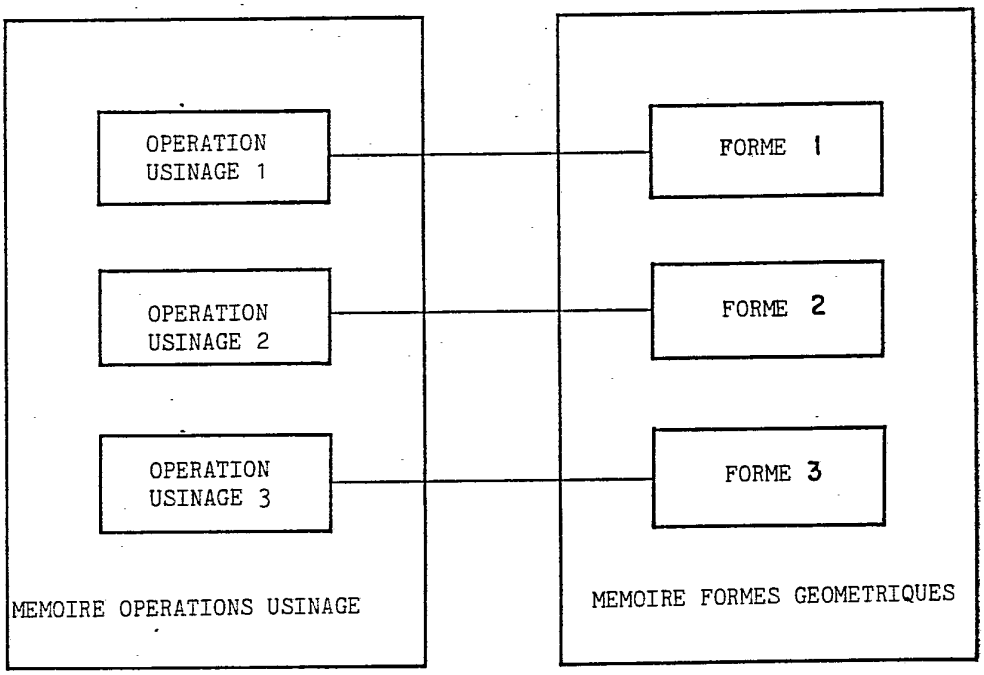

OPERATION USINAGE 1
OPERATION USINAGE 2
OPERATION USINAGE 3
MEMOIRE OPERATIONS USINAGE
FORME 1
FORME 2
FORME 3
MEMOIRE FORMES GEOMETRIQUES

FIG. 20

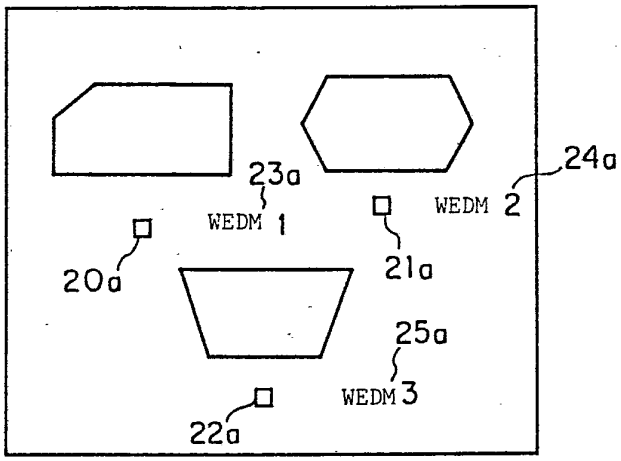

23a
WEDM 1
24a
WEDM 2
20a
21a
25a
WEDM 3
22a

FIG. 21

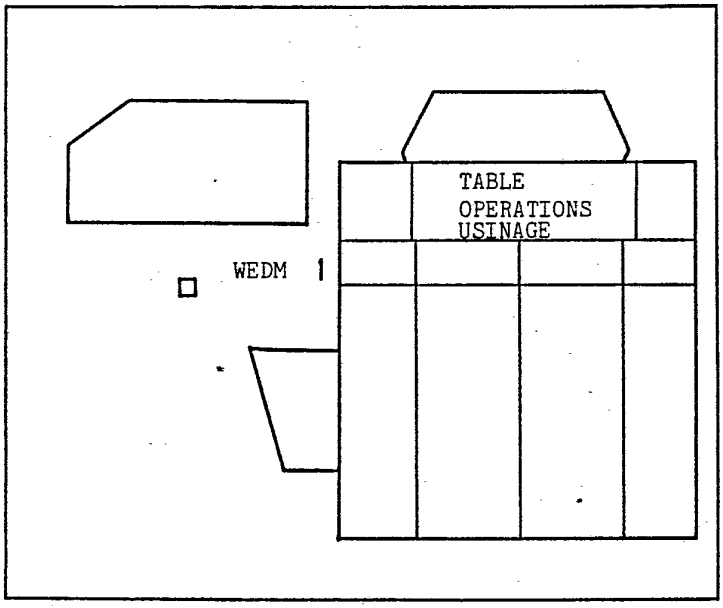


TABLE
OPERATIONS
USINAGE
WEDM 1

FIG. 23

TABLE OPERATIONS USINAGE							
TERMINE/SORTIE							
TYPE D'OPERATIONS D'USINAGE		USINAGE NORMAL	USINAGE INVERSE	INTERVALLES INVERSES			
DIRECTION DECALAGE		GAUCHE	GAUCHE	GAUCHE			
DIRECTION AVANCE		GAUCHE	GAUCHE	GAUCHE			
NUMERO DECALAGE		1	2	3			
NUMERO ENSEMBLE E		51	52	53			
VITESSE USINAGE	(mm/min.)	3	3	3			
DISTANCE APPROCHE	(mm)	5	********	********			
RAYON APPROCHE ARC	(mm)	0,3	0,3	0,3			
QUANTITE NON DECOUPEE	(mm)	2	2	2			
DEGAGEMENT	(mm)	1	1	1			
RAYON INT. MINIMAL	(mm)	0,2	0,2	0,2			
RAYON EXT. MINIMAL	(mm)	0,2	0,2	0,2			
MARGE FINITION AUTO-SUR-DIMENSIONNEMENT	(mm)	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX			
ANGLE CONICITE BORD COUPE	(°)	0	0	0			

2646725