

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 574 009**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **84 18276**
⑤1 Int CI* : B 21 D 35/00; G 06 F 9/00, 15/60.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 30 novembre 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 23 du 6 juin 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : LA TELEMECANIQUE ELECTRIQUE, so-
ciété anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Robert Vedrenne et Jean-Paul Henri.

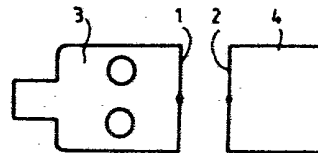
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Moutard.

⑤4 Système pour l'aide à la création et à l'industrialisation d'objets obtenus par découpe et déformation à partir de métaux en feuille.

⑤7 Le système selon l'invention fait intervenir un processeur comprenant une base de données, dans laquelle sont mémorisées la modélisation et la structure d'un nombre répertorié d'éléments spécifiques rentrant dans la composition d'un objet, ces modèles étant accessibles au concepteur grâce à des moyens permettant l'élaboration progressive à l'écran de l'objet par adjonctions successives d'extensions 4 à un élément de base 3 pouvant consister en un premier contour d'un élément de l'objet à réaliser, tracé à l'écran par l'opérateur à l'aide desdits moyens de dialogue, ou en un tracé dont le modèle se trouve déjà mémorisé dans le processeur, lesdits moyens d'élaboration comprenant des moyens de sélection d'au moins un mode opératoire au terme duquel le processeur effectue la génération, la modélisation et la visualisation de l'ensemble unifié comprenant la partie de l'objet déjà élaborée et ladite extension.

L'invention facilite considérablement la réalisation d'objets pouvant présenter des formes complexes.



FR 2 574 009 - A1

D

- 1 -

SYSTEME POUR L'AIDE A LA CREATION ET A L'INDUSTRIALISATION
D'OBJETS OBTENUS PAR DECOUPE ET DEFORMATION A PARTIR DE
METAUX EN FEUILLE.

La présente invention concerne un système pour l'aide à la conception et à l'industrialisation d'objets obtenus par découpe et déformation à partir de métaux en feuille. Ces objets peuvent notamment rentrer dans la constitution d'un
5 produit et présenter en conséquence au moins une partie des fonctionnalités de ce produit.

D'une manière générale, on sait que la réalisation d'objets de ce genre s'obtient en soumettant le métal en feuille en
10 une série de transformations obtenues par découpage et formage qui seront réalisés en une ou plusieurs opérations telles que détourages (obtention du flan), pliages, vrillages, emboutis, cisailages, marquages, gravures, frappes diverses, formation de soyés taraudés ou non, de nervures,
15 etc..., jusqu'à ce que l'on obtienne la forme définitive de l'objet.

L'objet peut être alors défini par une pluralité d'éléments liés les uns aux autres par leur prolongement naturel, ces
20 éléments étant issus de transformations spécifiques obtenues à l'aide d'un outillage.

Il est clair que dans le cadre d'une fabrication de série, ces opérations doivent s'effectuer selon une séquence pré-établie au moyen d'outillages automatiques ou semi-automatiques spécialement conçus en fonction des formes à réaliser 5 et des propriétés de déformabilité des métaux utilisés.

En conséquence, au moment de la création d'un nouvel objet, le concepteur de cet objet, outre le problème technique qu'il a à traiter et, en particulier, la définition d'une 10 géométrie adaptée aux diverses fonctions du produit permettant de résoudre ce problème, devra tenir compte, pour chacune de ces opérations, des possibilités de l'outillage utilisé et des limites de déformabilité du matériau.

15 Le processus de conception et d'industrialisation de l'objet comprend donc habituellement au moins la séquence suivante :

- la définition de la géométrie et des fonctions spécifiques de l'objet ;
- 20 - la définition des formes du flan à partir duquel sera réalisé l'objet et, éventuellement ;
- l'optimisation du positionnement de ce flan dans la bande en vue de réduire autant que possible la consommation de matière, et celle des conditions économiques 25 d'obtention de l'objet ;
- la définition de chacune des opérations à effectuer, à partir d'une bande pour obtenir cet objet et l'ordre le plus approprié pour exécuter ces opérations (gamme outil) ;
- 30 - la prise en compte et, éventuellement, la redéfinition de l'objet en fonction de la nature des opérations à effectuer, des limites de l'outillage utilisé pour réaliser ces opérations et des propriétés de déformabilité de la matière, cette redéfinition s'effectuant en suivant l'ordre 35 préalablement établi ;
- la conception de l'outillage à utiliser.

Il s'avère en pratique que bien souvent, notamment dans le cas d'objets présentant des formes complexes, cette séquence doit être répétée plusieurs fois avant d'aboutir à la solution définitive.

5

A cet inconvénient s'ajoute le fait qu'à chaque fois le concepteur-projeteur de l'objet et de l'outillage nécessaire à sa fabrication doit réaliser une multiplicité de dessins de l'objet en deux dimensions qu'il doit interpréter en
10 trois dimensions.

L'invention a donc plus particulièrement pour but de simplifier la tâche des concepteurs-projeteurs (objet et outillage), notamment en les dégageant de toutes les tâches fasti-
15 dieuses de dessin, de relevé de cotes, de calcul, de génération des formes obtenues par déformations, de leur faciliter la recherche de la solution optimale et de vérifier la faisabilité des choix retenus, de manière à obtenir ainsi un gain de temps appréciable et une diminution notable du coût
20 global de la conception, de l'industrialisation et de la fabrication de l'objet.

Pour parvenir à ce résultat, l'invention utilise nécessairement un matériel informatique comprenant un processeur doté
25 d'un logiciel de conception assistée ainsi que des périphériques appropriés tels qu'écrans graphiques, clavier, traceurs, outils de dialogues, par exemple à photostyle ou à réticule.

30 D'une façon plus précise, le logiciel de conception assistée par ordinateur utilisé à cet effet doit permettre la modélisation, la mémorisation et la représentation tridimensionnelle d'un objet. Il doit permettre la conception de cet objet à partir, soit :

35

- d'un modèle fil de fer qui ne conserve que les coordonnées des sommets de l'objet modélisé ainsi que les arêtes joignant ces sommets,

- d'un modèle de type surfacique qui sera la base d'une génération volumique, ou
- 5 - d'un modèle "solide" ou "volumique" qui intègre le concept de matière.

Ces logiciels doivent être conçus pour permettre une modélisation de l'objet et sa génération par étapes successives au cours de sa conception. Ils comprennent par conséquent une
10 base de données et une structure des données conçues de manière à pouvoir contenir, au moins :

- les propriétés relatives à la matière utilisée pour réaliser l'objet, par exemple son épaisseur, sa nature, ses
15 propriétés de déformabilité, son coût, etc... ;
- les données et les propriétés relatives aux formes spécifiques qui ont été identifiées pour cette technique de fabrication, ainsi que les caractéristiques permettant
20 les transformations géométriques, par exemple, à la génération de formes développées (du type pli, embouti, etc...), ou à la prise en compte des déformations du type ressaut issues des caractéristiques de la matière et du mode d'obtention ;
- 25 - les données du modèle de l'objet en cours de conception, au fur et à mesure de leur introduction, les données du modèle complet ou les données de modèles d'objets antérieurement conçus ;
- 30 - diverses données techniques de fabrication ou intéressant l'entreprise.

A cette base et à cette structure de données est associé un
35 système de gestion permettant la mémorisation, la manipulation et l'extraction des caractéristiques et de la structure d'objets conçus ou en cours de conception, les actions accessibles pendant le processus pouvant par exemple être :

- des actions d'interactions, tant en entrée (entrée géométrique, désignation d'un objet, etc...) qu'en sortie (visualisation de l'objet ou d'une partie de l'objet en deux ou trois dimensions),
- 5 - des calculs divers tels que des calculs sur les transformations géométriques de la pièce, etc...,
- diverses gestions de l'information.

Or, il s'avère que dans l'état actuel de la technique, ces
10 systèmes de conception assistée par ordinateur sont plutôt des outils généraux d'aide au dessin ou de création d'objets purement géométriques que de véritables instruments d'aide à la conception réalisant la liaison entre une géométrie et les fonctions spécifiques qui définissent l'objet.

15

L'invention se propose donc d'adapter ces systèmes en vue de les rendre spécifiques du type de fabrication précédemment mentionné et de permettre au concepteur de se concentrer plus particulièrement sur le problème technique posé qui est
20 celui de la conception d'un ensemble géométrique et ses fonctions spécifiques, en le déchargeant en outre de problèmes technologiques, d'obtention de la pièce et du contrôle de faisabilité, et de lui apporter une aide à l'optimisation et/ou à l'évolution des solutions technico-économiques
25 retenues.

Elle part de la constatation que la réalisation d'un objet du genre de celui précédemment mentionné ne fait intervenir qu'un nombre répertorié et limité d'éléments spécifiques.

30

Elle propose donc d'utiliser pour chacun de ces éléments spécifiques un système permettant, à partir des paramètres introduits par l'opérateur, de définir ces éléments et d'en vérifier la faisabilité. Ce système est conçu de manière à
35 permettre la génération, l'intégration et la cohésion de ces éléments dans une structure originelle de l'objet compatible avec le processeur choisi. Le système donne en outre accès à des fonctionnalités permettant d'activer la génération

dynamique des transformations géométriques des différentes déformations ainsi qu'à l'accès à des procédures particulières permettant des modifications, des visualisations, etc..., cette compatibilité de structure autorise ainsi le
5 mixage entre les fonctionnalités particulières du système et celles du processeur de base. Bien entendu, à tout moment, cet ensemble d'éléments formant l'objet peut être unifié pour devenir un modèle géométrique tridimensionnel dans la structure du processeur de base.

10

L'opérateur peut donc générer le modèle de la pièce par ajout successif d'éléments, comme s'il réalisait la pièce par un assemblage de composants appropriés. Cette génération pouvant s'effectuer indifféremment en fonction du contexte
15 de création selon les deux états possibles de la pièce (Former ou Déformer).

D'une façon plus précise, le système pour l'aide à la conception et pour l'industrialisation d'objets obtenus par
20 découpe et déformation d'un métal en feuille selon l'invention, fait intervenir, au moins :

- un processeur doté d'un logiciel de conception assistée à modélisation en trois dimensions ;

25

- un écran graphique sur lequel le processeur peut effectuer une représentation graphique d'un objet préalablement modélisé ou défini par l'opérateur ;

30 - des moyens de dialogue interactif entre le processeur et le concepteur qui permettent notamment à ce dernier d'introduire des données en mémoire, d'activer des fonctions spécifiques à réaliser par le processeur, d'effectuer sur l'écran le tracé d'un objet et d'en mémoriser le modèle de l'objet
35 ainsi élaboré.

Ce système est plus particulièrement caractérisé en ce que le processeur comprend une base de données (comportant une

mémoire et un système de gestion) dans laquelle sont mémorisées la modélisation et la structure d'un nombre répertorié et limité d'éléments spécifiques rentrant dans la composition d'un objet du type susdit, ces modèles étant accessibles au concepteur grâce aux susdits moyens de dialogue, et des moyens permettant l'élaboration progressive à l'écran de l'objet par adjonctions successives d'extensions à un élément de base pouvant consister, par exemple, en un premier contour d'un élément de l'objet à réaliser, tracé à l'écran par l'opérateur à l'aide desdits moyens de dialogue, ou en un tracé dont le modèle se trouve déjà mémorisé dans le processeur et qui est rappelé à l'écran par l'opérateur, lesdits moyens d'élaboration comprenant des moyens de sélection d'au moins l'un des modes opératoires suivants, au terme duquel le processeur effectue la génération, la modélisation et la visualisation de l'ensemble comprenant la partie de l'objet déjà élaborée et ladite extension :

- un premier mode opératoire utilisable dans le cas où l'extension consiste en une adjonction d'un élément, obtenue sans déformation, ce premier mode opératoire comprenant le tracé à l'écran par l'opérateur du contour de l'extension et l'indication ou la prise en compte par le système de l'emplacement de sa liaison sur la partie de l'objet déjà élaborée ;

- un deuxième mode opératoire utilisable dans le cas où l'extension consiste en un élément qui sera obtenu par déformation, ce deuxième mode opératoire comprenant la définition à l'écran par l'opérateur du contour de l'extension soit à l'emplacement où elle doit se trouver sur l'objet, le système prenant alors en compte cet emplacement soit par l'indication de l'emplacement des deux liaisons sur la partie de l'objet déjà élaborée, si le contour de l'extension a été défini en dehors de l'objet, la sélection par l'opérateur du type de déformation à effectuer au niveau de ladite liaison et le calcul, la modélisation et le tracé à l'écran par le processeur, à

l'aide des susdits éléments spécifiques mémorisés, de ladite déformation ;

5 - un troisième mode opératoire utilisable dans le cas où l'extension consiste en une adjonction d'un élément obtenu sans déformation devant être lié à l'objet par un élément obtenu par déformation, ce troisième mode opératoire comprenant le tracé à l'écran du contour de l'élément obtenu sans déformation, ce contour pouvant être tracé ou
10 rappelé par l'opérateur, l'indication ou la prise en compte par le système de son emplacement, la définition des paramètres de ladite liaison, la génération, la modélisation et la visualisation de ladite adjonction étant réalisées par le système ;

15

- un quatrième mode opératoire utilisable dans le cas où l'extension est un habillage, ce quatrième mode opératoire comprenant la sélection par l'opérateur du type de cet habillage, de sa position sur la pièce et de ses caracté-
20 ristiques.

D'une façon plus précise, et selon les caractéristiques de génération de la pièce, les modes opératoires précédemment mentionnés peuvent être exécutés à partir de différentes
25 fonctions, à savoir notamment :

- un premier type dit de "CREATION" comprenant notamment la fonction de génération d'un premier élément de l'objet ou de l'objet lui-même si il ne comprend qu'un
30 seul élément ("NEW-PIECE"), la fonction de génération d'un objet symétrique d'un objet déjà modélisé ("PIECE-SYM"), la fonction de génération par simple copie d'un objet déjà modélisé ("COPIE-PIECE"), la fonction de copie avec une matière présentant des caractéristiques
35 différentes ("CHANGT-MAT") et la fonction de copie d'un objet déjà modélisé, avec une épaisseur différente ("CHANGT-EPS") ;

- un second type dit d'extension ("EXTENSION PIECE") utilisant les susdits éléments identifiés et pouvant comprendre :
- 5 . une fonction permettant d'ajouter un pli plus un contour d'un objet ("CONT+PLI"),
 - . une fonction permettant d'ajouter une vrille plus un contour à la pièce ("CONT+VRI"),
 - . une fonction permettant d'ajouter à la pièce un pli de
 - 10 forme rectangulaire ou trapézoïdale ("PLI"),
 - . une fonction permettant d'ajouter à la pièce une vrille de forme rectangulaire ou trapézoïdale ("VRILLE"),
 - . une fonction permettant d'ajouter à la pièce un
 - 15 contour ("CONTOUR"),
 - . une fonction permettant de relier par un embouti un contour à la pièce ("CONT+EMB"),
 - . une fonction permettant d'ajouter à la pièce une autre
 - 20 pièce ayant les mêmes paramètres matière ("AJOUT-PIECE"),
 - . une fonction permettant de créer un décalage d'une portion de contour existant sans en modifier sa forme projetée ("DECALER"),
 - . une fonction permettant de créer un élément de liaison
 - 25 entre un contour à raccorder suivant le rayon d'un pli ("½ PLI"),
 - . une fonction permettant de créer des formes embouties ou assimilables à un embouti ("EMBOUTI"), et
 - . une fonction permettant de créer automatiquement un
 - 30 pli inclus entre deux contours ("PLI IN CONT") ;
- un troisième type dit d'habillage ("HABILLER") de l'objet, telles que des opérations de cisailage ("½ CISAILLE"), de marquage ("MARQUER"), de gravure ("GRAVURE"),
- 35 de frappe ("FRAPPE"), de formation de soyé (cylindrique ("SOYE-CYL"), quelconque ("SOYE-QUELC") ou taraudé ("SOYE-TARAU")), de nervure ("NERVURE") ou d'incorporation sur un contour d'une forme quelconque paramétrée ou

non (du type picots de soudure) ou formes obtenues par enfoncement, etc..., de formation de crevées ou de réalisation d'une forme quelconque sur un pli ("VOL QELC") du type renfort d'angle, etc...,

5

Selon une autre caractéristique de l'invention, le processeur peut être conçu de manière à réaliser des fonctionnalités ayant trait :

10 - à des opérations de modification ("MODIF") de l'objet telles que des suppressions ("SUPPRIMER"), des séparations ("SEPARER"), des unifications ("UNIFIER"), des entailles ("ENTAILLER"), des bouchages ("BOUCHER") ou des corrections de forme ("CORRIGER") ;

15

- à des opérations dites de manipulation ("MANIPULER") pouvant comprendre :

20 - des opérations de mise à plat des déformations de la pièce, ou de leur reconstitution, par étape ou en totalité, de manière à permettre la conception de l'outillage à partir de la forme du flan, et de la génération d'étapes intermédiaires, correspondant à la gamme d'outils ("FORMER-DEFORMER") ;

25

- des opérations permettant d'inhiber ou d'activer les habillages de l'objet ("HABILLER-DESHABILLER") ;

30 - des opérations permettant un changement d'élément pris comme référence pour les déformations ("PARTIE FIXE") ;

- des opérations permettant le changement de face de référence ("CHANGT-FACE") ;

35 - des opérations permettant le positionnement dans un plan de référence XOY de l'élément partie fixe ("AMENER XOY") ;

- 11 -

- des opérations permettant d'orienter un élément base de référence par rotation autour d'un axe OZ ("ROTA/OZ") ;
 - des opérations permettant le calage de l'objet à l'en-
- 5 droit désiré par translation ("TRANSLATION").

A ces opérations relatives à la réalisation de l'objet il convient de rajouter des fonctions d'aide à la représentation, à savoir :

10

- un ensemble de fonctions de visualisation ("VISION") pouvant comprendre une fonction de visualisation de l'objet sous forme de contour ("VUE CONT"), une fonction permettant de visualiser tous les volumes de l'objet ("VUE VOL"), une
- 15 fonction permettant de visualiser et créer une pièce dont tous ses éléments ont été unifiés ("VUE PIECE"), et une fonction permettant de créer une section de l'objet ("SECTION") ;
- un ensemble de fonctions de vérification ("VERIF") pouvant comprendre une fonction permettant d'éditer la structure de l'objet avec contrôle de la structure des données ("DECODER"), une fonction permettant d'éditer les
- 25 différentes propriétés affectées à chacun des éléments de l'objet ("PROPRIETES"), une fonction de marquage de chaque élément de l'objet d'un numéro correspondant à son rang ("MARQUER"), une fonction de mesure sur l'objet permettant le calcul par exemple de son poids, de la puissance nécessaire à son obtention, de son centre de gravité et du moment
- 30 d'inertie par rapport à un axe ("MESURES").

Ces fonctions peuvent être appelées par l'opérateur grâce à des "menus" affichés, de préférence, dans les zones périphériques de l'écran de visualisation non utilisées pour les

35 représentations graphiques de l'objet.

Ces menus peuvent avantageusement utiliser, pour désigner les fonctions, les expressions mnémotechniques précédemment indiquées en majuscule entre guillemets.

- 5 Bien entendu, après avoir effectué la génération et la modélisation de l'objet, le processeur peut exécuter diverses opérations subséquentes telles que :
- l'étude de l'interaction des découpes entre éléments ;
 - 10 - l'étude de l'interaction des déformations entre elles ;
 - l'étude des gammes de fabrication ;
 - 15 - l'édition de schémas grille ;
 - l'obtention du flan en commande numérique (Pièces Proto) ;
 - des études économiques pouvant comprendre la détermination du coût de l'objet, du coût de l'outillage utilisé,
 - 20 l'étude de la rentabilité du projet, etc...

Il peut également servir à l'étude et à la définition de l'outillage nécessaire à la réalisation de la pièce et, en particulier, l'étude et la définition des postes de découpe, de formage et la vérification fonctionnelle de ces postes.

Une fois l'étude de l'outillage conçue, le processeur peut servir à assurer l'usinage en commande numérique de cet outillage, soit directement par l'intermédiaire d'interfaces appropriées, soit par la programmation à partir de la géométrie des éléments de l'outillage à usiner.

Un mode d'exécution de l'invention sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins annexés, dans lesquels :

Les figures 1 et 2 sont des vues à l'écran permettant d'illustrer les opérations effectuées au cours de l'élaboration (création et modélisation) d'une pièce à partir d'un élément de base auquel on veut rajouter un contour lié par un élément du type PLI ;

Les figures 3 à 7 sont des vues de diverses pièces pouvant être conçues et modélisées au moyen du système selon l'invention ;

Les figures 8, 9, 10a, 10b, 11a, 11b, 12a, 12b, 13, 14 et 15 sont d'autres exemples d'exécution permettant d'illustrer les multiples possibilités du système selon l'invention.

Avant de décrire plus en détail le mode d'exécution illustré sur les figures 1 et 2, il convient d'énoncer tout d'abord les conditions particulières de création à partir de la pièce de base 3, par adjonction d'un élément dont le contour 4 est à relier par un élément de type PLI, et qui sont les suivantes :

- les lignes de liaison 1, 2 de la pièce 3 et du contour 4 sont les éléments de départ et d'arrivée du pli 5 et devront être obligatoirement des segments de droite ;
- les points de liaison représenteront les références de mise en position du contour à relier et de la pièce ; s'ils ne sont pas spécifiés, le centre des segments sera pris par défaut ;
- le pli 5 généré correspondra à l'encombrement maximum des deux lignes de liaison 1, 2 ;
- l'angle maximum du pli 5 sera inférieur à 360° ;
- le contour 4 à relier pourra être créé dans un espace quelconque de coordonnées de référence (ox, oy, oz) ;
- la ligne de liaison 1 de la pièce 3 pourra appartenir à l'un des éléments créés par les fonctions proposées dans le menu ("EXTENSION-PIECE").

Dans ce cas d'espèce, les moyens de dialogue utilisés par l'opérateur pour activer les fonctions à réaliser par le processeur et pour effectuer à l'écran le tracé des objets consistent en un système à réticule pouvant comprendre deux
5 molettes permettant de guider deux lignes croisées visibles à l'écran et dont les coordonnées sont déterminées par le processeur.

Comme précédemment mentionné, les menus définissant les
10 fonctions (ou sous-menus) à exécuter se trouvent affichés à la périphérie de l'écran. Ces sous-menus peuvent être validés en vue de leur exécution, soit en centrant la réticule sur la fonction affichée, soit en indiquant cette fonction sur un clavier.

15

Initialement, l'opérateur appelle le menu ("EXTENSION
PIECE") de sorte que les fonctions correspondant à ce menu se trouvent affichées sur la bordure supérieure de l'écran.

20 Pour une représentation en deux vues, l'écran se trouve divisé, par exemple, en deux par une ligne horizontale qui délimite dans ce cas les plans zoy et yox.

En outre, dans la bordure verticale droite sont affichés des
25 sous-menus propres aux opérations de tracé à l'écran et permettant notamment l'introduction des paramètres tels que la valeur de la longueur d'un segment du rayon d'un cercle, la valeur d'un angle, etc..

30 La première étape que devra accomplir l'opérateur en vue de l'adjonction précédemment définie consiste à valider le sous-menu ("CONT+PLI"), cette tâche pouvant être effectuée avec ou sans effacement de l'écran.

35 L'opérateur effectue alors le rappel à l'écran du contour 4 à relier, dans le cas où celui-ci a déjà été modélisé ou, dans le cas contraire, il peut le créer à l'écran grâce aux fonctions graphiques qui restent accessibles après la vali-

dation du sous-menu susdit. Dans le cas où elle ne figure pas à l'écran, la pièce 3 est automatiquement recherchée et affichée à l'écran par un programme spécifique.

- 5 L'opérateur doit ensuite définir par rapport au plan de ce contour 4 le sens matière, c'est-à-dire le côté où doit s'étendre l'épaisseur de la matière. Cette opération est exécutée en amenant le réticule du côté choisi dans l'un des deux demi-espaces formé par le contour et en validant cette
10 action.

Au cours de la phase suivante, l'opérateur procède à la définition des liaisons sur la pièce 3. A cet effet, il repère la ligne de liaison 3 avec le réticule, il définit un
15 point de liaison sur la ligne ou bien, comme cela est possible dans cet exemple, il peut simplement valider cette action, de manière à ce que le centre du segment 1 soit pris par défaut.

- 20 Par une opération similaire, il procède à la définition des liaisons 2 sur le contour 4.

L'opérateur doit ensuite définir les caractéristiques du pli
5.

25

A cet effet, il indique la valeur de son rayon, de son angle puis le sens de l'angle par rapport à l'élément 3 à l'aide du curseur. Cette opération doit être ensuite validée.

- 30 L'objet est alors entièrement défini et l'opérateur peut obtenir sa représentation à l'écran par une visualisation volumique ou de ses contours de référence.

La figure 3 représente, en visualisation volumique, un objet
35 10 permettant d'illustrer une partie des possibilités offertes par les fonctions contenues dans le menu ("EXT-PIECE").

Cet objet 10 peut être réalisé par exemple à partir d'une pièce de base (représentée en traits épais) :

- on a relié à la zone 11, un contour 12 par un pli 13 ;
- 5 - on a relié à la zone 14, un contour 15 par une vrille 16 ;
- on a rajouté un pli 17 à la zone 18 ;
- on a réalisé un décalage 19 à la zone 20.

Il convient de noter que la réalisation de l'objet 10 ne fait pas intervenir toutes les fonctions du menu ("EXT PIECE"). Toutefois, il est facile d'imaginer une multiplicité de pièces utilisant tout ou partie de ces fonctions.

La figure 4 illustre, à titre d'exemple, certaines possibilités offertes par le menu ("HABILLER"). Sur cette figure est représentée une pièce 21, de forme rectangulaire, sur laquelle a été réalisé un soyé quelconque 22 ("SOYE QUELC"), une gravure 23 ("GRAVURE"), un marquage 24 ("MARQUER") et un demi-cisaillé 25 ("½ CISAILLE").

20

La figure 5 représente la pièce 21 déshabillée grâce à la fonction ("DESHABILLER") du menu ("MANIPULER").

La figure 6 représente une pièce 31 de forme plus complexe réalisée par une combinaison de fonctions contenues dans les menus ("EXT PIECE") et ("HABILLER").

Cette pièce est obtenue à partir d'un élément 32 auquel on a relié :

30

- un premier contour 33, par un embouti 34 ("CONT+EMB") ;
- un deuxième contour 35, par une vrille 36 ("CONT+VRI") ;
- un troisième contour 37, par un pli 38 ("CONT+PLI"), un quatrième contour 39 étant raccordé au contour 37 par un pli 40 ("CONT+PLI").

35

Par ailleurs, dans le contour 33 de cette pièce 31 est réalisé un soyé taraudé 41, tandis qu'une nervure 42 est

formée dans les troisième et quatrième contours 37, 39 ainsi que dans le pli 40 une frappe 43 sur le contour 35.

Il va de soi qu'il est toujours possible de modifier une pièce réalisée ou en cours de réalisation. Ces modifications peuvent être effectuées selon le cas à l'aide des fonctions de menus ("EXT PIECE") et/ou du menu ("HABILLER") et/ou à l'aide des fonctions du menu ("MODIF").

10 La figure 7 illustre ces possibilités. Elle représente l'objet 10 de la figure 3 sur lequel on a apporté les modifications suivantes :

- l'adjonction sur la partie de référence, d'un contour 51
15 relié par un embouti 50 ("CONT+EMB") ;
- le remplacement de la vrille 16 et du contour 15 par un premier pli 52 relié à un contour 55 par un second pli 54 relié à un contour 53 ("SUPPRIMER" vrille 16, "EXTENSION PIECE", "CONT+PLI", "CONT+PLI") ;
- 20 - une correction de l'angle du pli 17 ("CORRIGER", angle du pli) ;
- l'inversion du sens du pli 13 et de son rayon ("CORRIGER", sens et rayon du pli) ;
- la réalisation d'une nervure 55 dans le pli 13 ("NERVU-
25 RE").

La figure 8 représente une pièce dont les deux éléments 50, 51 sont reliés entre eux par un demi-pli 52.

30 La figure 9 représente une pièce sur laquelle on a réalisé des formes quelconques 53, 54.

La figure 10a représente une pièce 55 comprenant un embouti et dont la forme développée 56 est indiquée sur la figure 35 10b.

La figure 11a montre une pièce 57 pouvant servir de connecteur à pinces dont la forme développée 58, sensiblement en H, est représentée sur la figure 11b.

5 La figure 12a est une vue en perspective d'une pièce complexe 59 rentrant dans la structure d'un dispositif de commutation, la forme développée 60 de cette pièce étant représentée sur la figure 12b.

10 La figure 13 représente le profil d'une pièce 61 possédant à l'une de ses extrémités un pli 62 formé en au moins deux étapes, la figure 14 montrant une étape intermédiaire de formation du pli 62.

15 Le calcul de ce pli 62 est illustré sur la figure 15, sur laquelle on a indiqué en superposition le pli 62 dans la position qu'il occupe sous contrainte et en position relâchée.

Revendications de brevet

1. Système pour l'aide à la conception et à l'industrialisation d'objets obtenus par découpe et déformation de métaux en feuille, ce système faisant intervenir :

- 5 - un processeur doté d'un logiciel de conception assistée à modélisation en trois dimensions ;
- un écran graphique sur lequel le processeur peut effectuer une représentation graphique d'un objet préalablement modélisé ou défini par l'opérateur ;
- 10 - des moyens de dialogue interactif entre le processeur et le concepteur qui permettent notamment au concepteur d'introduire des données en mémoire, d'activer des fonctions spécifiques à réaliser par le processeur, d'effectuer sur l'écran le tracé d'un objet et d'en mémoriser le
- 15 modèle ainsi défini,

caractérisé en ce que le processeur comprend une base de données incluant une mémoire et un système de gestion, dans laquelle sont mémorisées la modélisation et la structure

20 d'un nombre répertorié et limité d'éléments spécifiques rentrant dans la composition d'un objet du type susdit, ces modèles étant accessibles au concepteur grâce aux susdits moyens de dialogue et des moyens permettant l'élaboration progressive à l'écran de l'objet par adjonctions successives

25 d'extensions à un élément de base pouvant consister en un premier contour d'un élément de l'objet à réaliser, tracé à l'écran par l'opérateur à l'aide desdits moyens de dialogue ou en un tracé dont le modèle se trouve déjà mémorisé dans le processeur et qui est rappelé à l'écran par l'opérateur,

30 lesdits moyens d'élaboration comprenant des moyens de sélection d'au moins l'un des modes opératoires suivants, au terme duquel le processeur effectue la génération, la modélisation et la visualisation de l'ensemble unifié comprenant la partie de l'objet déjà élaborée et ladite extension :

- 5 - un premier mode opératoire utilisable dans le cas où l'extension consiste en une adjonction d'un élément, obtenue sans déformation, ce premier mode opératoire comprenant le tracé à l'écran par l'opérateur du contour de l'extension et l'indication ou la prise en compte par le système de l'emplacement de sa liaison sur la partie de l'objet déjà élaborée ;

- 10 - un deuxième mode opératoire utilisable dans le cas où l'extension consiste en un élément qui sera obtenu par déformation, ce deuxième mode opératoire comprenant la définition à l'écran par l'opérateur du contour de l'extension soit à l'emplacement où elle doit se trouver sur l'objet, le système prenant alors en compte cet emplacement, soit par l'indication de l'emplacement des deux liaisons sur la partie de l'objet déjà élaborée, si le contour de l'extension a été défini en dehors de l'objet, la sélection par l'opérateur du type de déformation à effectuer au niveau de ladite liaison et le calcul, la modélisation et le tracé à l'écran par le processeur, à l'aide des susdits éléments spécifiques mémorisés, de ladite déformation ;

- 20 - un troisième mode opératoire utilisable dans le cas où l'extension consiste en une adjonction d'un élément obtenu sans déformation devant être lié à l'objet par un élément obtenu par déformation, ce troisième mode opératoire comprenant le tracé à l'écran du contour de l'élément obtenu sans déformation, ce contour pouvant être tracé ou rappelé par l'opérateur, l'indication ou la prise en compte par le système de son emplacement, la définition des paramètres de ladite liaison, la génération, la modélisation et la visualisation de ladite adjonction étant réalisées par le système ;

- 30 - un quatrième mode opératoire utilisable dans le cas où l'extension est un habillage, ce quatrième mode opératoire

comprenant la sélection par l'opérateur du type de cet habillage, de sa position sur la pièce et de ses caractéristiques.

5 2. Système selon la revendication 1,
caractérisé en ce que les susdits modes opératoires sont exécutés au moyen de deux types fonctions, à savoir :

- 10 - un premier type dit de "CREATION" comprenant notamment
la fonction de création d'un premier élément de l'objet
ou de l'objet lui-même si il ne comprend qu'un seul
élément ("NEW-PIECE"), la fonction de création d'un
objet symétrique d'un objet déjà modélisé ("PIECE-
SYM"), la fonction de création par simple copie d'un
15 objet déjà modélisé ("COPIE-PIECE"), la fonction de
copie avec une matière présentant des caractéristiques
différentes ("CHANGT-MAT") et la fonction de copie d'un
objet déjà modélisé, avec une épaisseur différente
("CHANGT-EPS") ;
- 20 - un second type dit d'extension ("EXTENSION PIECE")
utilisant les susdits éléments identifiés et pouvant
comprendre :
- 25 . une fonction permettant d'ajouter un pli plus un
contour à la pièce ("CONT+PLI"),
 . une fonction permettant d'ajouter une vrille plus un
contour à la pièce ("CONT+VRI"),
 . une fonction permettant d'ajouter à la pièce un pli de
30 forme rectangulaire ou trapézoïdale ("PLI"),
 . une fonction permettant d'ajouter à un objet une
vrille de forme rectangulaire ou trapézoïdale
("VRILLE"),
 . une fonction permettant d'ajouter à un objet, un
35 contour ("CONTOUR"),
 . une fonction permettant de relier par un embouti un
contour à un objet ("CONT+EMB"),

- . une fonction permettant d'ajouter à un objet une autre pièce ayant les mêmes paramètres matière ("AJOUT-PIECE"),
- 5 . une fonction permettant de créer un décalage d'une portion de contour existant sans en modifier sa forme projetée ("DECALER"),
- . une fonction permettant de créer un élément de liaison entre un contour à raccorder suivant le rayon d'un pli ("½ PLI"),
- 10 . une fonction permettant de créer des formes embouties ou assimilables à un embouti ("EMBOUTI"), et
- . une fonction permettant de créer automatiquement un pli inclus entre deux contours ("PLI IN CONT").
- 15 - un troisième type dit d'habillage ("HABILLER") de l'objet, telles que des opérations de cisailage ("½ CISAILLE"), de marquage ("MARQUER"), de gravure ("GRAVURE"), de frappe ("FRAPPE"), de formation de soyé (cylindrique ("SOYE-CYL"), quelconque ("SOYE-QUELC") ou taraudé ("SOYE-TARAU")),
- 20 de nervure ("NERVURE") ou d'incorporation sur un contour d'une forme quelconque paramétrée ou non (du type picots de soudure) ou formes obtenues par enfoncement, de formation de crevées ou de réalisation d'une forme quelconque sur un pli ("VOL QELC") du type
- 25 renfort d'angle.

3. Système selon l'une des revendications précédentes,
 caractérisé en ce que le processeur est en outre conçu de
 30 manière à réaliser des fonctionnalités ayant trait :

- à des opérations de modification ("MODIF") de l'objet telles que des suppressions ("SUPPRIMER"), des séparations ("SEPARER"), des unifications ("UNIFIER"), des
- 35 entailles ("ENTAILLER"), des bouchages ("BOUCHER") ou des corrections de forme ("CORRIGER") ;

- à des opérations dites de manipulation ("MANIPULER") pouvant comprendre :
 - 5 - des opérations de mise à plat des déformations de la pièce, ou de leur reconstitution, par étape ou en totalité, de manière à permettre la conception de l'outillage à partir de la forme du flan, et de la génération d'étapes intermédiaires, correspondant à la gamme d'outils ("FORMER-DEFORMER") ;
 - 10 - des opérations permettant d'inhiber ou d'activer les habillages de l'objet ("HABILLER-DESHABILLER") ;
 - 15 - des opérations permettant un changement d'élément pris comme référence pour les déformations ("PARTIE FIXE") ;
 - des opérations permettant le changement de face de référence ("CHANGT-FACE") ;
 - 20 - des opérations permettant le positionnement dans un plan de référence XOY de l'élément partie fixe ("AMENER XOY") ;
 - des opérations permettant d'orienter un élément base de référence par rotation autour d'un axe OZ ("ROTA/OZ") ;
 - 25 - des opérations permettant le calage de l'objet à l'endroit désiré par translation ("TRANSLATION").
- 30 4. Système selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le processeur est en outre conçu de manière à réaliser des fonctions d'aide à la représentation, à savoir :
 - 35 - un ensemble de fonctions de visualisation ("VISION") pouvant comprendre une fonction de visualisation de l'objet sous forme de contour ("VUE-CONT"), une fonction

- 5 permettant de visualiser tous les volumes de l'objet ("VUE-VOL"), une fonction permettant de visualiser et créer une pièce dont tous les éléments ont été unifiés ("VUE-PIECE") et une fonction permettant de créer une section de l'objet ("SECTION") ;
- 10 - un ensemble de fonctions de vérification ("VERIF") pouvant comprendre une fonction permettant d'éditer la structure de l'objet avec contrôle de la structure des données des cases ("DECODER"), une fonction permettant d'éditer différentes propriétés affectées à chacun des éléments de l'objet ("PROPRIETES"), une fonction de marquage de chaque élément de l'objet d'un numéro correspondant à son rang ("MARQUER"), une fonction de
- 15 mesure sur l'objet permettant le calcul par exemple du poids, de la puissance de la presse nécessaire à son obtention, de son centre de gravité, et du moment d'inertie par rapport à un axe ("MESURES").
- 20 5. Système selon l'une des revendications précédentes,
- 25 caractérisé en ce que les susdites fonctions sont appelées par l'opérateur grâce à des "menus" affichés dans les zones périphériques de l'écran de visualisation non utilisées par les représentations graphiques.

FIG. 1

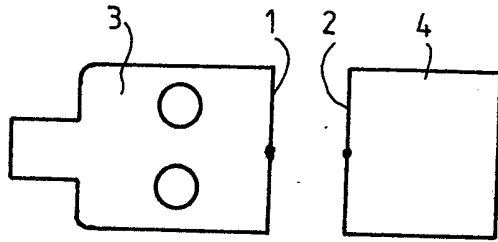


FIG. 2

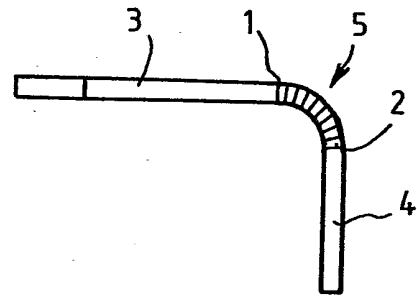
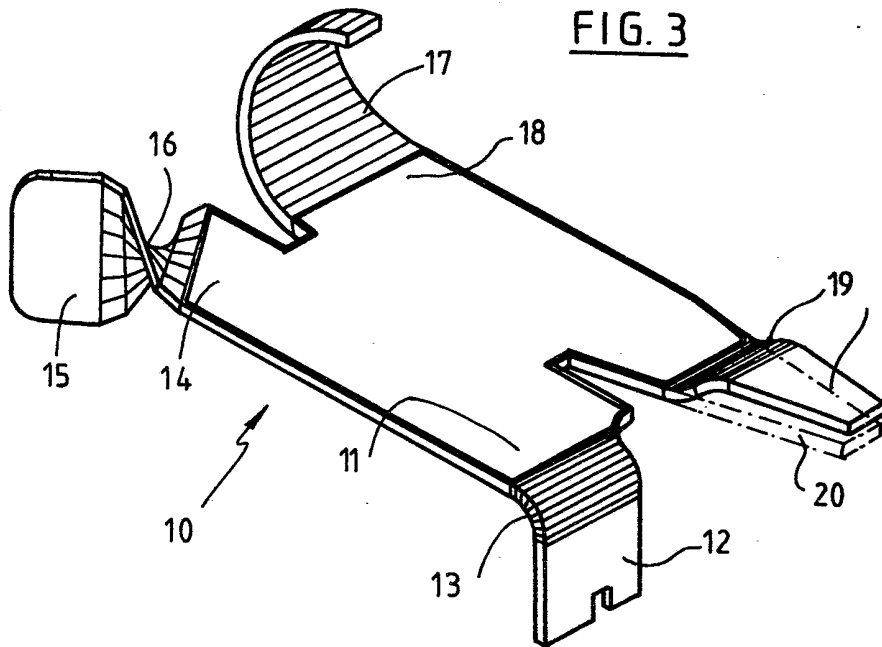


FIG. 3



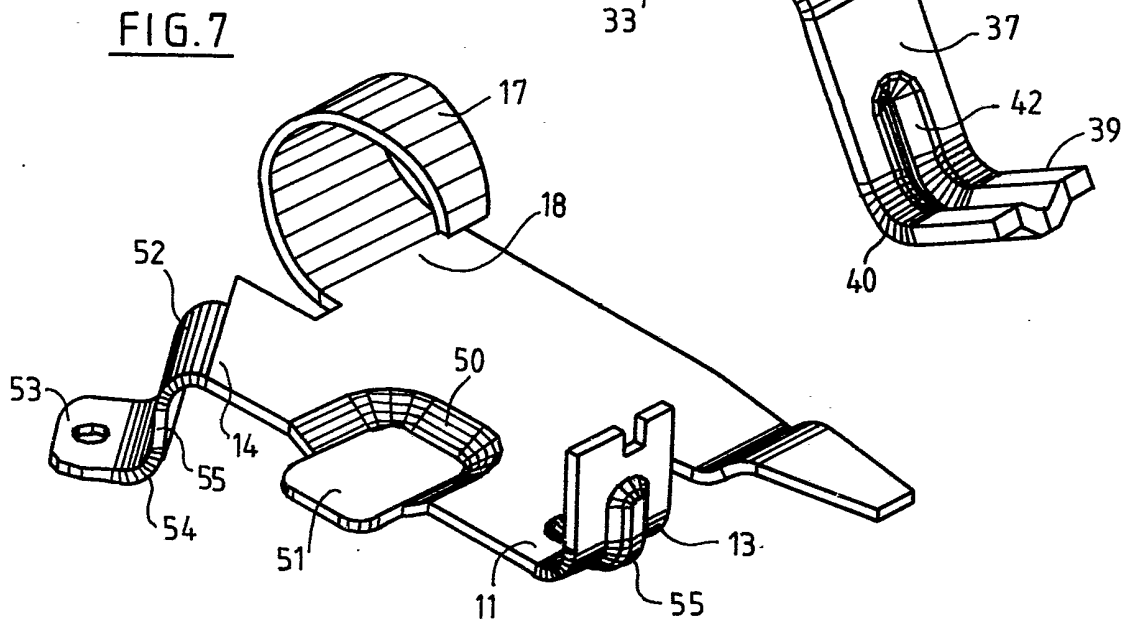
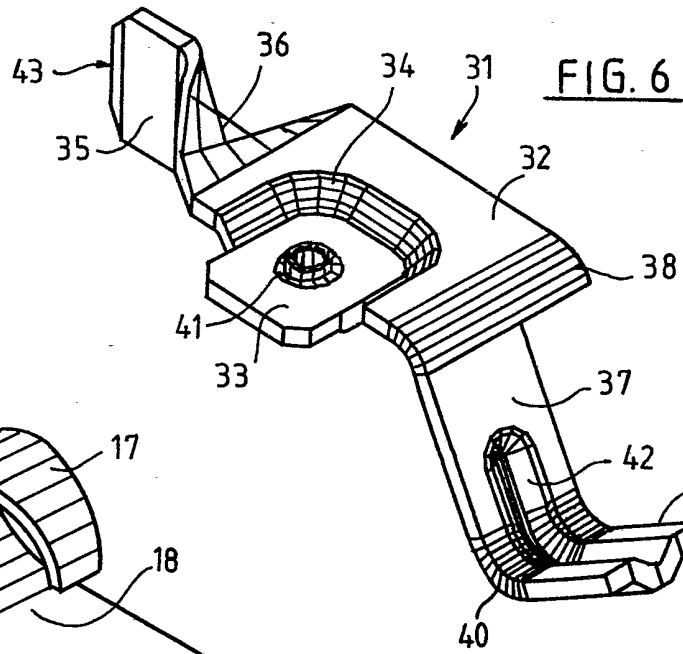
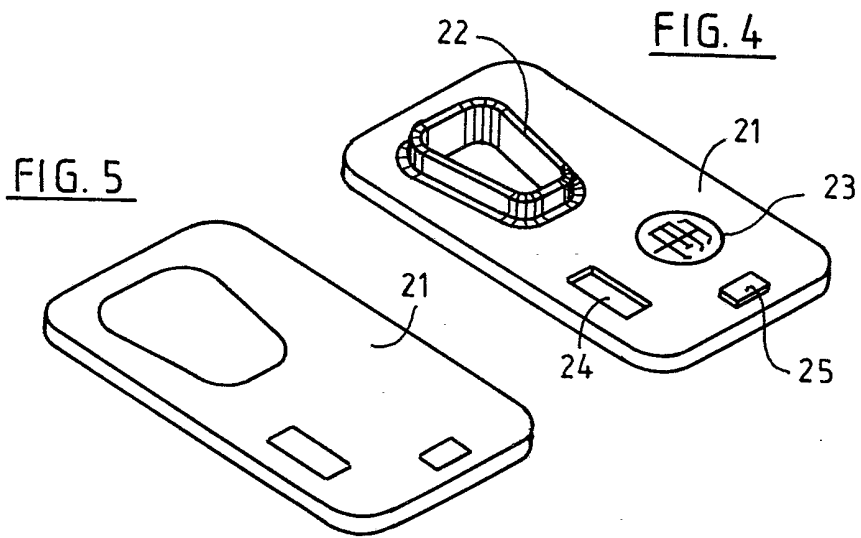


FIG. 8

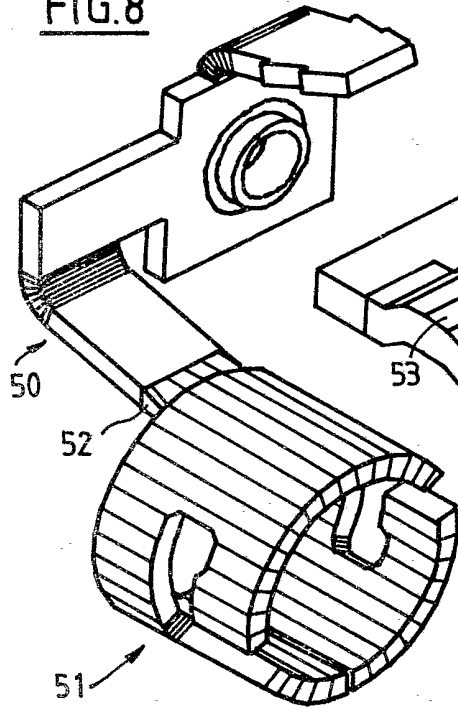


FIG. 9

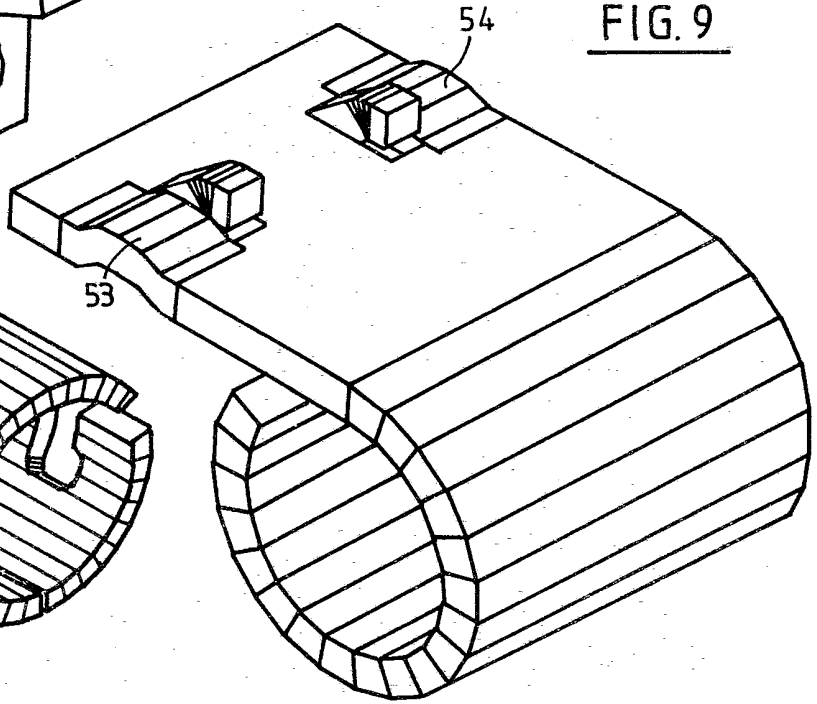


FIG. 10a

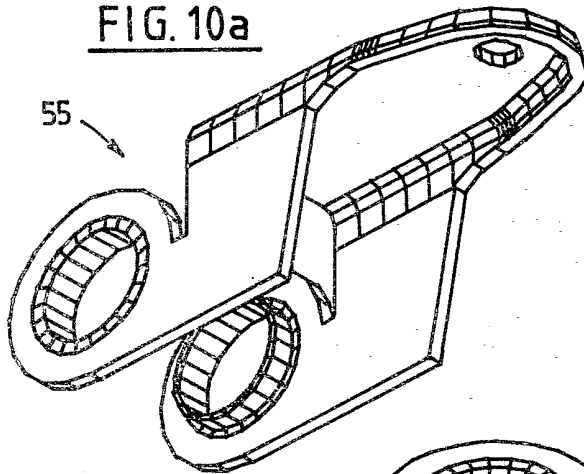


FIG. 10b

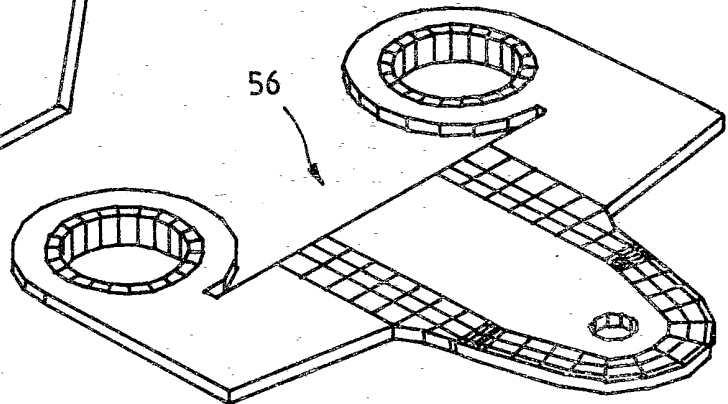


FIG. 11a

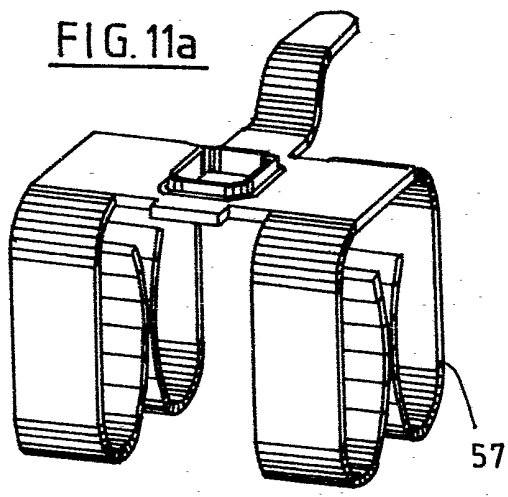


FIG. 11b

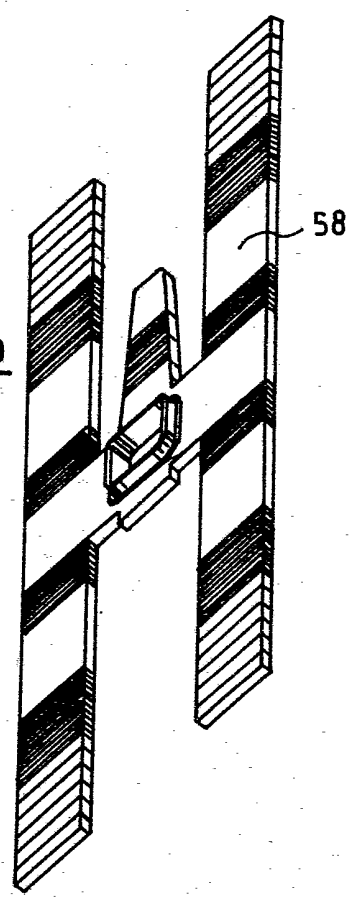


FIG. 12a

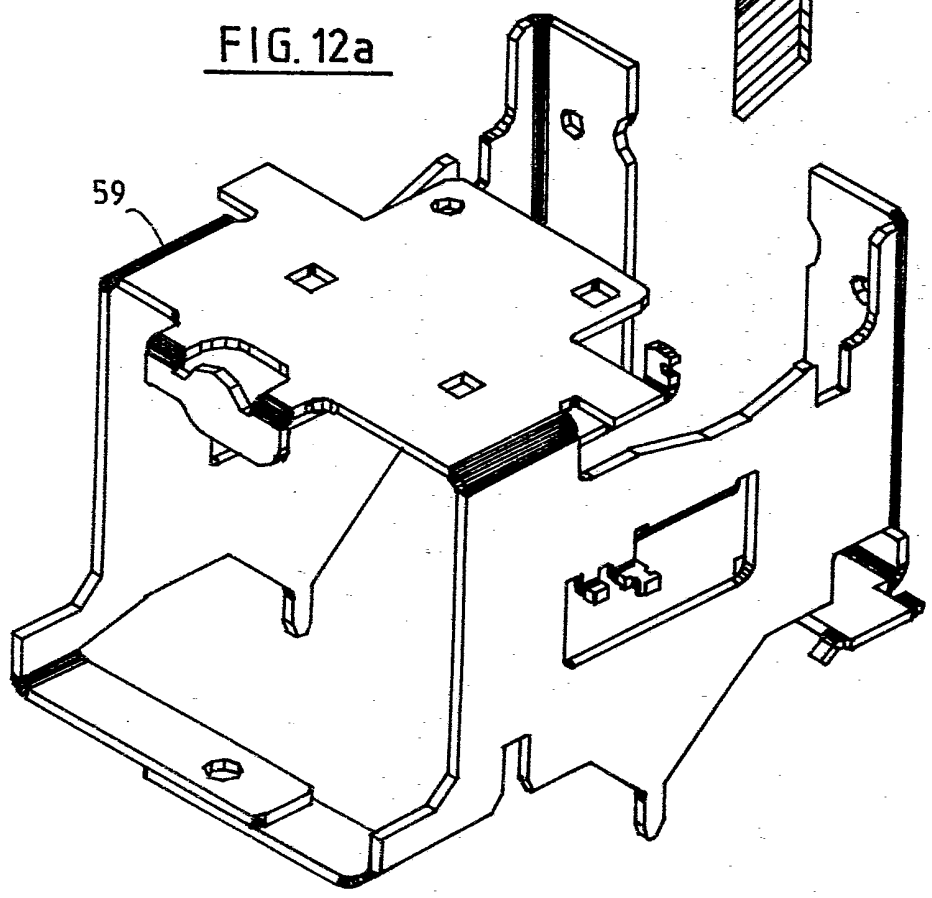


FIG. 12b

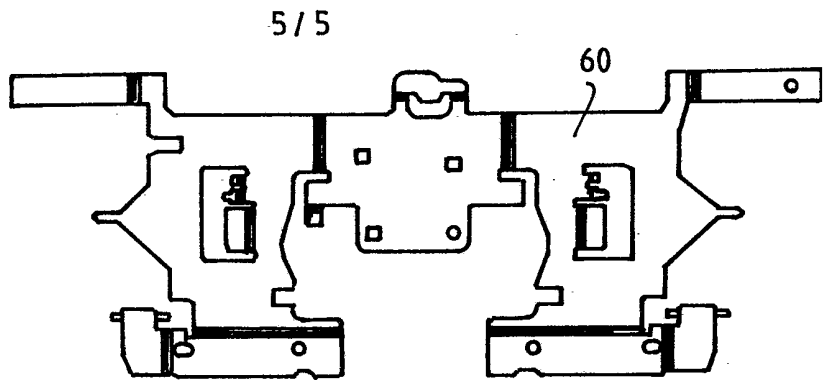


FIG. 13

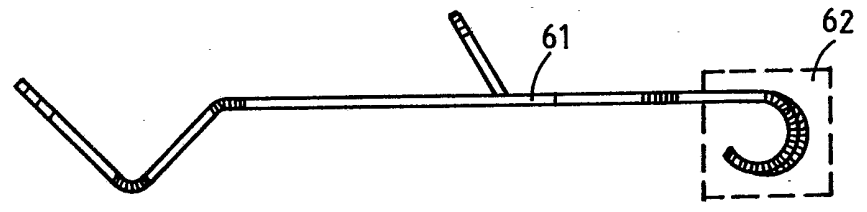


FIG. 14

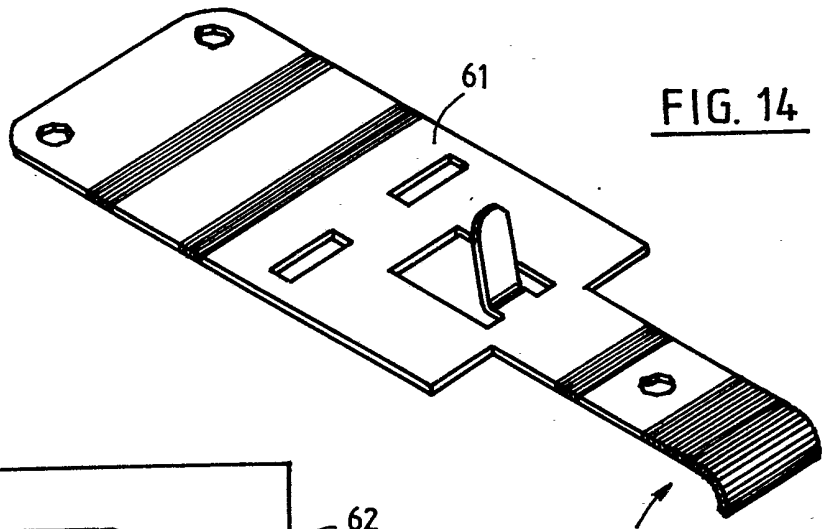


FIG. 15

