

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 820 821 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
28.01.1998 Bulletin 1998/05

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: B21D 28/16

(21) Numéro de dépôt: 97401592.7

(22) Date de dépôt: 03.07.1997

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV RO SI

(71) Demandeur: SOLLAC (Société Anonyme)  
92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur: Eple, Stéphanie  
57100 Thionville (FR)

(30) Priorité: 25.07.1996 FR 9609358  
25.03.1997 FR 9703625

(74) Mandataire: Lanceplaine, Jean-Claude et al  
CABINET LAVOIX  
2, Place d'Estienne d'Orves  
75441 Paris Cédex 09 (FR)

### (54) Procédé de découpage d'une pièce dans un flan de tôle

(57) L'invention concerne un procédé de découpage d'une pièce dans un flan de tôle (1) au moyen de deux organes déplaçables l'un vers l'autre et comportant des arêtes tranchantes, un poinçon (2) et une matrice (4), caractérisé en ce qu'il consiste :

- à réaliser une indentation (9) d'une profondeur  $p$  déterminée, selon une direction et un sens définis,
- et à réaliser la découpe de ladite pièce dans ledit flan de tôle (1) selon la direction et le sens de formation de l'indentation (9).

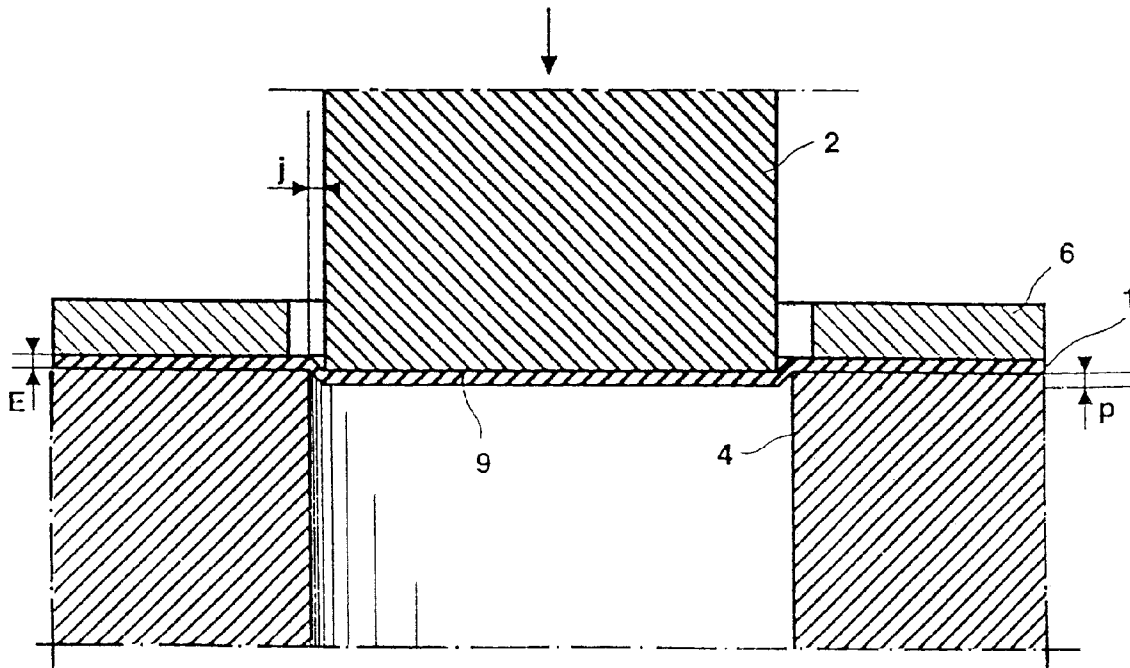


Fig. 2

EP 0 820 821 A1

## Description

La présente invention concerne le découpage d'une pièce dans un flan de tôle.

Le découpage de pièces dans un flan de tôle est souvent réalisé sur un dispositif à découper comportant essentiellement des organes à arêtes tranchantes, déplaçables l'un vers l'autre. Généralement les dispositifs à découper comportent également un serre-flan permettant de maintenir le flan de tôle en position entre la matrice et le poinçon.

Les organes à arêtes tranchantes sont formés, d'une part, par un poinçon de forme correspondant au périmètre à découper dont le mouvement est asservi à celui d'un coulisseau mobile et, d'autre part, par une matrice fixe. La matrice comporte une empreinte de forme conjuguée audit poinçon pour obtenir la découpe désirée.

Le poinçon et la matrice sont, en règle générale, métalliques et en particulier réalisés en acier à outil pour découper les tôles métalliques et le plus souvent en carbure.

Cette technique de découpage de pièces dans un flan de tôle au moyen d'un dispositif comportant un poinçon et une matrice est très souvent utilisée, par exemple pour réaliser les divers éléments constitutifs du stator des moteurs électriques, ou encore pour réaliser les circuits magnétiques, ou encore dans le domaine automobile dans le cadre de la réalisation de trous pour alléger les structures.

Un des inconvénients majeurs de cette technique de découpage réside dans l'usure rapide du poinçon et de la matrice ce qui diminue considérablement la durée de vie de ces outils.

Cette usure est due à l'effort de découpage important qu'il est nécessaire de fournir pour découper la pièce et à l'effet de frottement qui se produit entre le bord de la découpe réalisée dans le flan de tôle et le poinçon, au moment de la descente et de la remontée dudit poinçon.

Cette usure est d'autant plus importante et rapide que l'acier constitutif de la tôle est difficile à découper.

Ainsi par exemple, les aciers dont le rapport entre la limite d'élasticité et la charge à la rupture  $R_e/R_m$  est inférieur à 0,8 et dont l'allongement pour-cent à la rupture  $A\%$  est supérieur à 30, sont très difficiles à découper, et les aciers dont le rapport  $R_e/R_m$  est compris entre 0,9 et 1 et dont l'allongement pour-cent à la rupture est inférieur à 20 sont plus faciles à découper.

Cette usure est également fonction de la géométrie de la pièce à découper. En effet, les pièces dont la forme est très tourmentée et présente des angles vifs, par exemple du type stator d'un moteur électrique, sont plus difficiles à découper que des pièces de forme géométrique simple.

Dans le cas de la découpe d'une pièce dans un acier présentant des caractéristiques mécaniques le rendant difficile à découper ou d'une pièce à géométrie complexe du type "dentelle", on se heurte à un problème de frottements importants entre le bord de la découpe et le poinçon, et on est contraint d'exercer un effort très important pour faire passer le poinçon et pour l'extraire de la tôle après découpe.

Ceci introduit des contraintes importantes dans la tôle et ces contraintes en se relaxant induisent une déformation de la pièce réalisée, ce qui oblige souvent à la rebuter, surtout lorsqu'il s'agit de pièces de précision comme des stators de moteur électrique ou des circuits magnétiques.

De plus, l'augmentation des efforts de frottement lors de la découpe accroît l'usure du poinçon et de la matrice.

Pour éviter ce problème de frottements importants entre le métal découpé et les parties actives du poinçon et de la matrice, on augmente généralement le jeu entre le poinçon et la matrice.

Mais lorsque l'on augmente le jeu entre le poinçon et la matrice, on se heurte à deux types de problèmes.

D'abord, dès que l'arête tranchante des outils commence à s'user légèrement, on crée une bavure sur le bord de la découpe ce qui oblige également à rebuter les pièces réalisées.

Ensuite, cette augmentation du jeu entre le poinçon et la matrice accroît de manière significative la composante horizontale des contraintes générées dans la tôle, c'est à dire les contraintes de traction. Cette augmentation des contraintes de traction a des conséquences sur la géométrie des pièces et accroît les risques d'apparition de microfissures au niveau du bord de découpe.

On connaît également un procédé de découpage d'une pièce dans un flan de tôle dans lequel on effectue le découpage en trois passes.

Le procédé consiste à réaliser une première passe au cours de laquelle on effectue une indentation dans une direction, par exemple de haut en bas, puis une seconde passe au cours de laquelle on effectue une contre-indentation dans la direction opposée à la direction de l'indentation, par exemple de bas en haut et enfin une troisième passe de découpe totale dans le sens de la contre-indentation.

Ce procédé présente des inconvénients, car il ne permet pas de réduire l'effort de découpage et l'usure des outils.

En effet, et comme représenté à la figure 11 qui montre l'orientation des grains du métal après le découpage par le procédé selon l'état de la technique, ces grains sont tout d'abord orientés suivant la direction de l'indentation et le métal est fortement écroui. Ensuite, il faut inverser l'orientation de ces grains ce qui est d'autant plus difficile étant donné que le métal a été écroui.

Par conséquent, les efforts mis en oeuvre pour la réalisation de la contre-indentation sont importants ce qui accroît l'usure des outils.

## EP 0 820 821 A1

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients en proposant un procédé de découpage qui permette de prolonger la durée de vie du poinçon et de la matrice, en réduisant de manière significative l'effort de découpage et l'effet de frottement, tout en conservant un jeu très faible entre le poinçon et la matrice.

La présente invention a ainsi pour objet un procédé de découpage d'une pièce dans un flan de tôle au moyen de deux organes déplaçables l'un vers l'autre et comportant des arêtes tranchantes, un poinçon et une matrice, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser une indentation d'une profondeur  $p$  déterminée selon une direction et un sens définis, et à réaliser la découpe de ladite pièce dans ledit flan de tôle selon la direction et le sens de formation de l'indentation.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- 10 - le procédé consiste à réaliser une indentation d'une profondeur  $p$  déterminée au moyen d'un poinçon d'indentation selon une direction et un sens définis, et à réaliser la découpe de la pièce dans le flan de tôle au moyen d'un poinçon de découpe selon la direction et le sens de formation de l'indentation ;
- le procédé consiste à réaliser une indentation d'une profondeur  $p$  déterminée au moyen du poinçon selon une direction et un sens définis, à relever ledit poinçon, et à réaliser la découpe de la pièce dans la tôle au moyen dudit poinçon selon la direction et le sens de formation de l'indentation;
- 15 - le procédé consiste à réaliser l'indentation sur un premier flan de tôle d'une profondeur  $p_1$  déterminée, à réaliser l'indentation sur un second flan de tôle d'une profondeur  $p_2$  déterminée, à positionner l'un sur l'autre les flans de tôle en superposant les indentations, et à découper simultanément les deux flans de tôle au moyen dudit poinçon de découpe,
- 20 - on arrête la course du poinçon de découpe au moment où la portion découpée dans le flan de tôle en contact avec ledit poinçon est ajustée dans l'orifice formé dans le flan de tôle en contact avec la matrice,

Les caractéristiques et avantages apparaîtront mieux à la suite de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 25 - la figure 1 est une vue schématique en élévation d'un dispositif de découpage pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention,
- la figure 2 est une vue schématique montrant la phase de réalisation de l'indentation sur le flan de tôle,
- la figure 3 représente une courbe montrant le domaine de profondeur de l'indentation en fonction de l'épaisseur du flan de tôle à découper,
- 30 - les figures 4a à 4c sont des vues schématiques du bord de découpe de la tôle selon les procédés de découpage utilisés,
- les figures 5 à 7 sont des demi-vues en coupe du profil de découpe d'une pièce à insert réalisée par un procédé selon l'état de la technique,
- 35 - les figures 8 et 9 sont des vues en élévation d'un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention et la réalisation d'une pièce avec un insert,
- les figures 10 et 11 sont des vues schématiques du bord de découpe de la tôle montrant l'orientation des grains du métal avec respectivement le procédé selon l'invention et le procédé selon l'état de la technique.

40 Le dispositif de découpage représenté sur la figure 1 est constitué par un dispositif de type connue utilisable pour la découpe d'un flan de tôle 1.

Ce dispositif comporte deux organes à arêtes tranchantes, déplaçables l'un vers l'autre qui sont formés, d'une part, par un poinçon 2 dont le mouvement est asservi à celui d'un coulisseau mobile 3 et de forme correspondante au périmètre à découper et, d'autre part, par une matrice 4 liée à une table fixe 5 et de forme conjuguée audit poinçon 2 pour obtenir la découpe désirée.

45 Dans l'exemple de réalisation représenté, le dispositif de découpe comporte également un serre-flan 6 pour plaquer le flan de tôle 1 sur la matrice 4.

Le poinçon 2 et la matrice 4 comportent chacun une arête tranchante respectivement 7 et 8 destinée à coopérer l'un avec l'autre au moment de la descente dudit poinçon pour découper le flan de tôle 1.

50 La pièce peut être constituée soit par la partie découpée 1a dans le flan de tôle 1, la partie restante 1b du flan de tôle constituant la chute, soit par la partie restante 1b dudit flan de tôle 1, la partie découpée 1a constituant la chute.

Le procédé selon la présente invention consiste :

- à plaquer le flan de tôle 1 contre la matrice 4,
- 55 - à réaliser une indentation 9 d'une profondeur  $p$  déterminée selon une direction et un sens définis,
- et à réaliser la découpe de ladite pièce dans ledit flan de tôle 1 selon la direction et le sens de formation de l'indentation 9.

## EP 0 820 821 A1

La direction de formation de l'indentation 9 est perpendiculaire aux faces principales du flan de tôle 1 et le sens de formation de cette indentation 9 est dirigé d'une première face principale vers l'autre face principale, indépendamment du choix de la première face principale et par exemple pour un flan de tôle positionné horizontalement, de bas en haut ou de haut en bas.

5 Comme représenté sur la figure 2, le serre-flan 6 et le poinçon 2 descendent sous l'action du coulisseau.

Le serre-flan plaque le flan de tôle 1 sur la matrice 4 et le poinçon 2 entre en contact avec le flan de tôle 1.

La course du poinçon 2 est maîtrisée afin de ne réaliser qu'une indentation 9 sur le flan de tôle, c'est à dire de déformer le flan de tôle 1 sans en effectuer la découpe.

La profondeur  $p$  de l'indentation 9 est comprise entre

10  $0,416(1 - e^{-1,279E}) - 0,05E$  et  $0,416(1 - e^{-1,279E}) + 0,1E$   $E$  étant l'épaisseur du flan de tôle 1.

Comme on peut le constater sur la figure 2, la représentation graphique de la profondeur  $p$  de l'indentation 9 a été volontairement exagérée dans un souci de clarté de représentation.

Ce n'est qu'après avoir réalisé une indentation 9 sur le flan de tôle 1 que l'on réalise le découpage dudit flan de tôle par les arêtes tranchantes 7 et 8 dans la même direction et dans le même sens que la direction et le sens de formation de l'indentation 9.

15 L'indentation 9 réalisée préalablement à l'opération de découpe permet de modifier localement les caractéristiques mécaniques du métal constitutif du flan de tôle afin d'améliorer son découpage final.

Selon un premier mode de réalisation, on peut utiliser deux poinçons 2 différents, le premier étant exclusivement réservé à l'opération d'indentation du flan de tôle 1 et le second étant exclusivement réservé à l'opération de découpe du flan de tôle 1 après indentation.

20 Dans ce cas le procédé selon la présente invention consiste :

- à plaquer le flan de tôle 1 contre la matrice 4,
- à réaliser une indentation 9 d'une profondeur  $p$  déterminée au moyen d'un poinçon d'indentation selon une direction et un sens définis,
- à réaliser la découpe de la pièce dans la tôle 1 au moyen d'un poinçon de découpe selon la direction et le sens de formation de l'indentation 9.

30 Ce mode de réalisation permet, lorsque l'étape d'indentation et l'étape de découpe sont réalisés sur deux dispositifs différents, de conserver une cadence de découpe identique à la cadence du procédé de l'état de la technique dans lequel on réalise la découpe en une seule étape.

Selon un second mode de réalisation, on peut utiliser le même poinçon 2 pour réaliser l'opération d'indentation du flan de tôle 1 et l'opération de découpe du flan de tôle 1 après indentation.

Dans ce cas le procédé selon la présente invention consiste :

- à plaquer le flan de tôle 1 contre la matrice 4,
- à réaliser une indentation 9 d'une profondeur  $p$  déterminée au moyen du poinçon 2 selon une direction et un sens définis,
- à relever ledit poinçon 2,
- à réaliser la découpe de la pièce dans la tôle 1 au moyen dudit poinçon 2 selon la direction et le sens de formation de l'indentation 9.

Ce mode de réalisation permet de réaliser la découpe selon le procédé de l'invention sans nécessiter d'investir dans un dispositif à découper plus complexe.

45 Dans ce qui précède, le flan de tôle 1 est plaqué contre la matrice 4. Dans ce cas, le poinçon 2 se déplace.

Selon une variante, le flan de tôle 1 peut être plaqué contre le poinçon 2 et, dans ce cas, la matrice 4 se déplace.

Des essais ont été réalisés et ont permis de montrer l'influence du procédé de découpage selon l'invention sur l'usure des outils de découpe.

50 Ces essais ont consisté à réaliser une découpe sur des flans de tôle de différents types d'acier en faisant varier la profondeur de l'indentation 9 réalisée avant découpage.

Dans la phase de découpage du flan de tôle 1, l'énergie dissipée par frottement sur la partie latérale du poinçon 2 a été mesurée. Cette énergie dissipée est représentative de la propension à l'usure dudit poinçon.

Le tableau ci-dessous regroupe les compositions en % poids et les caractéristiques mécaniques (en sens travers) des différents types d'acier essayés.

55

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Acier	C	N	Si	Al	Mn	P	Ni	Cr	S	Re (MPa)	Rm (MPa)	Re/Rm	A%
A	0,004	0,004	2,9	0,38	0,19	-	-	-	-	387	535	0,72	25
B	0,003	0,005	1,26	0,094	0,283	0,05	-	-	0,003	295	426	0,68	36
C	0,002	-	0,345	-	0,407	0,175	-	-	0,005	321	436	0,73	35
D	0,002	-	1,34	-	1,275	0,013	-	-	0,003	299	432	0,69	35
E	0,004	-	0,321	0,002	0,372	0,170	-	-	0,007	255	397	0,64	37
F	0,029	0,006	0,007	0,057	0,177	0,005	0,015	0,032	-	295	351	0,84	31

## EP 0 820 821 A1

L'acier de type A est un acier électrique, la tôle ayant subi un recuit final. Cette tôle est recouverte d'un revêtement du type constitué d'une ou plusieurs résines organiques comportant un polymère inorganique (vernis de classe C5 selon la classification ASTM A 345), d'épaisseur comprise entre 1 et 2 microns.

L'acier de type B est un acier qui présente un palier de limite élastique égal à 2,2% et la tôle a également subi un recuit final.

L'acier C est également revêtu d'un vernis de classe C5.

Le tableau ci-après donne les résultats expérimentaux obtenus en fonction de la profondeur p de l'indentation 9. Les essais ont été réalisés sur un dispositif dont le poinçon 2 est en carbure, de diamètre égal à 12 mm, et la matrice 4, également en carbure, de diamètre égal à 12,05 mm, soit un jeu j entre le poinçon 2 et la matrice 4 égal à 0,05 mm.

Type d'acier	Epaisseur E de la tôle	Profondeur p de l'indentation en mm	Energie dissipée en kJ/mm
A	0,2	0	158
A	0,2	0,10	96
A	0,35	0	1215
A	0,35	0,15	875
B	0,5	0	2451
B	0,5	0,20	1928
C	0,65	0	3647
C	0,65	0,10	2772
C	0,65	0,20	2898
C	0,65	0,30	2182
C	0,65	0,40	3336
D	0,65	0	3161
D	0,65	0,25	2518
E	1,00	0	5134
E	1,00	0,20	5170
E	1,00	0,30	3728
E	1,00	0,35	3415
E	1,00	0,40	2807
F	1,00	0	5035
F	1,00	0,30	4609

D'autres essais ont été réalisés, dont les résultats sont reproduits dans le tableau ci-après. Ces essais ont été réalisés sur un dispositif dont le poinçon 2 est en carbure, de diamètre égal à 50 mm, et la matrice 4, également en carbure, de diamètre égal à 50,05 mm, soit un jeu j entre le poinçon 2 et la matrice 4 égal à 0,05 mm.

Type d'acier	Epaisseur E de la tôle	Profondeur p de l'indentation en mm	Hauteur cisailée en mm	Energie dissipée en kJ/mm
C	0,65	0	0,55	904
C	0,65	0,10	0,53	709
C	0,65	0,20	0,47	635
C	0,65	0,25	0,41	-
C	0,65	0,35	0,35	-
C	0,65	0,30	-	712
C	0,65	0,40	-	696

## EP 0 820 821 A1

(suite)

Type d'acier	Epaisseur E de la tôle	Profondeur p de l'indentation en mm	Hauteur cisailée en mm	Energie dissipée en kJ/mm
E	1	0	0,88	1496
E	1	0,20	0,84	1231
E	1	0,25	0,8	-
E	1	0,30	0,79	1231
E	1	0,35	-	1207
E	1	0,4	-	1368

On constate une diminution significative de l'énergie dissipée par frottement sur la partie latérale du poinçon lorsque l'on réalise la découpe selon le procédé de découpage selon l'invention. La valeur de cette énergie dissipée est fonction de la profondeur p de l'indentation réalisée.

En effet, si l'on observe en détail par exemple le cas de la tôle en acier de type C, cette énergie est égale à 3647 kJ/mm lorsque l'on réalise la découpe selon le procédé de découpe de l'état de la technique sans indentation préalable (p = 0) et celle-ci diminue en fonction de la profondeur p de l'indentation, pour atteindre un minimum égal à 2182 kJ/mm, soit une diminution de 60%, pour une indentation dont la profondeur est égale à 0,30 mm. Ensuite, cette énergie augmente si on dépasse un certain seuil de profondeur de l'indentation.

Les nombreux essais réalisés, dont seulement une petite partie est reproduite dans le tableau ci-avant, ont permis de déterminer une valeur optimale de la profondeur p de l'indentation, qui permet de diminuer de manière significative l'usure des outils de découpe.

Cette valeur p est fonction de l'épaisseur E du flan de tôle à découper doit de préférence être comprise entre :  
 $0,416(1 - e^{-1,279E}) - 0,05E$  et  $0,416(1 - e^{-1,279E}) + 0,1E$  (voir domaine hachuré sur la figure 3).

On constate également en analysant les valeurs de la hauteur cisailée du bord de découpe, que celle-ci diminue selon la valeur de la profondeur p de l'indentation.

Ce phénomène mérite une explication détaillée.

Lorsque l'on réalise la découpe d'un flan de tôle 1 au moyen d'un dispositif comportant un poinçon et une matrice à arêtes tranchantes, le bord de découpe présente deux zones : une première zone 10 cisailée située coté poinçon, et une seconde zone 11 rompue située côté matrice.

Lorsque l'on effectue la découpe avec un jeu j entre le poinçon et la matrice faible, de l'ordre de 0,05 mm pour un diamètre moyen du poinçon égal à 50 mm, sans réaliser d'indentation préalable, la zone cisailée 10 est grande, présentant une hauteur H de l'ordre de 70% de l'épaisseur du flan de tôle, et la zone rompue 11 est petite, de l'ordre de 30% de l'épaisseur du flan de tôle. Cette zone rompue 11 présente un profil général sensiblement droit et dans le prolongement de la zone cisailée 10 (voir figure 4a).

Dans le cas du découpage de flans de tôle en un acier dont les caractéristiques mécaniques sont défavorables, il est connu d'augmenter le jeu j entre le poinçon et la matrice, la valeur de ce jeu j étant alors de l'ordre de 15% de l'épaisseur de la tôle pour un diamètre moyen du poinçon égal à 50 mm.

Dans ce cas, la zone cisailée 10 est moins importante, présentant une hauteur H généralement inférieure à 50% de l'épaisseur du flan de tôle, et la zone rompue 11 est plus importante, généralement supérieure à 50% de l'épaisseur du flan de tôle.

De plus, la zone cisailée 10 présente un bombé important 12 au niveau de son raccordement avec la face principale du flan de tôle, et la zone rompue 11 est oblique (voir figure 4b).

L'utilisation du procédé de découpage selon l'invention dans lequel on réalise préalablement une indentation sur le flan de tôle permet de conserver un jeu faible entre le poinçon et la matrice malgré les caractéristiques de l'acier défavorables à l'opération de découpage, tout en obtenant un bord de découpe qui présente une zone cisailée 10 qui reste importante, sans bombé au niveau de son raccordement avec la face principale du flan de tôle, et dont la zone rompue 11 reste droite dans le prolongement de la zone cisailée 10 (voir figure 4c).

Comme on peut le constater dans le tableau récapitulatif des essais réalisés, le procédé de découpage selon l'invention donne des résultats quelque soit le type d'acier utilisé, que le flan de tôle soit nu (cas des aciers B, D, E et F) ou revêtu (cas des aciers A et C).

Ce procédé de découpage est particulièrement intéressant dans le cas des aciers dits magnétiques, car l'utilisation de ce procédé permet, à caractéristiques mécaniques de l'acier égales, de réaliser la découpe avec un jeu j entre le poinçon et la matrice plus faible, ce qui permet de moins dégrader les propriétés magnétiques du flan de tôle.

Le procédé selon l'invention est également particulièrement bien adapté pour la réalisation d'une pièce à insert

soudé.

Pour réaliser ce type de pièce à insert, il est connu de superposer deux flans de tôle sur une matrice et de découper simultanément les deux flans de tôles à l'aide d'un poinçon de découpe pour que la portion découpée dans le flan de tôle supérieur vienne se positionner dans l'orifice ménagé dans le flan de tôle inférieur.

5 Mais, ce procédé présente des inconvénients.

En effet, les deux flans de tôles sont cisailés au niveau des arrêtes vives de l'outil, c'est à dire au niveau des arrêtes vives de la matrice et du poinçon de découpe. Par contre, au niveau de leur interface, la déformation s'apparente plus à de l'emboutissage qu'à du cisaillement.

10 Sur la figure 5, on a représenté une demi-vue en coupe du profil de découpe d'une pièce à insert obtenue par un procédé classique tel que mentionné ci-dessus.

A titre d'exemple l'insert 15 est réalisé à partir d'un flan de tôle plus épais que le flan de tôle dans lequel est ménagé l'orifice 16 de réception de cet insert.

Comme on peut le voir sur cette figure, la zone C de contact entre l'insert 15 et l'orifice 16 ménagé dans le flan de tôle 17 est réduite.

15 Compte tenu de cette faible zone de contact, l'insert 15 risque donc de se détacher du flan de tôle 17, avant de pouvoir réaliser le soudage.

Du fait du pseudo-emboutissage qui se produit à l'interface des deux flans de tôle, on constate qu'avec le procédé selon l'état de la technique l'un des flans de tôle n'est pas découpé.

20 Sur la figure 6, on a représenté un insert 15 réalisé dans un flan de tôle 18 qui est plus épais que le flan de tôle 17 destiné à recevoir cet insert 15.

Pour positionner l'insert 15 dans l'orifice 16 ménagé dans le flan de tôle 17, la course du poinçon de découpe est déterminée pour que la surface supérieure de l'insert 15 soit dans le même plan que la surface supérieure du flan de tôle 17 destiné à le recevoir.

25 Mais, dans ce cas et comme représenté à la figure 6, l'insert 15 n'est pas découpé du reste du flan de tôle 18.

Dans le cas où l'insert est moins épais que le flan de tôle destiné à le recevoir, c'est la portion du flan de tôle le plus épais, située au-dessous de l'insert qui n'est pas découpée.

Pour éviter cela, il est par conséquent nécessaire d'augmenter la pénétration du poinçon de découpe.

Mais, l'augmentation de la pénétration du poinçon de découpe entraîne d'autres inconvénients.

30 En effet, la face supérieure de l'insert 15 se trouve au-dessous de la face supérieure du flan de tôle 17, comme représenté à la figure 7.

Par conséquent, la zone C de contact entre l'insert 15 et le bord de l'orifice 16 ménagé dans le flan de tôle 17 est très réduite si bien que la tenue de cet insert 15 dans l'orifice 16 est très précaire.

Il en est de même pour un insert mince dans un flan de tôle épais.

35 On pourrait envisager de découper séparément un insert de diamètre D dans un premier flan de tôle et un orifice de diamètre d dans un second flan de tôle et ensuite de positionner cet insert dans ledit orifice.

Pour obtenir un bon contact entre le bord de l'insert et le bord de l'orifice, il faut par définition que le diamètre D de l'insert moins le diamètre d de l'orifice soit supérieur à 0.

La Demanderesse a donc réalisé différents essais en voulant insérer un insert de diamètre D = 150mm et d'épaisseur de 0,65mm en tôle raide dans un orifice ménagé dans un flan de tôle relativement ductile et de même épaisseur.

40 Le premier essai a consisté à découper séparément l'insert dans un premier flan de tôle et l'orifice dans un second flan de tôle, mais avec le même outil.

La Demanderesse a constaté que systématiquement le diamètre d de l'orifice moins le diamètre D de l'insert est inférieur à 0 ce qui signifie que l'insert est plus grand que l'orifice qui doit le recevoir.

Par conséquent, la solution de découper séparément l'insert et l'orifice avec le même outil n'est pas envisageable.

45 Le second essai a consisté à découper l'insert dans un premier flan de tôle et l'orifice dans un second flan de tôle avec des outils différents.

La Demanderesse a constaté que, dans ce cas, le diamètre D de l'insert découpé mécaniquement fluctue d'environ 0,08mm suivant la dispersion d'épaisseur du métal, l'état d'usure du poinçon de découpe, la dispersion des caractéristiques mécaniques du métal ou les phénomènes d'ovalisation.

50 Par ailleurs, pour un acier ductile, le diamètre de l'orifice découpé mécaniquement fluctue d'environ 0,12mm.

Par conséquent, le diamètre d de l'orifice moins le diamètre D de l'insert varie entre 0 et 0,2mm.

Cette fourchette de variations est trop étendue pour pouvoir garantir une bonne tenue de l'insert dans l'orifice.

Ces essais montrent donc que si on envisage de découper séparément l'insert et l'orifice, il faut impérativement utiliser deux outils différents.

55 Mais, le maintien de l'insert dans l'orifice ne peut pas être garanti même si toutes les précautions sont prises au moment de la découpe.

Le procédé selon l'invention permet de résoudre ce problème.

Le dispositif représenté sur les figures 8 et 9 pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention comporte, comme

## EP 0 820 821 A1

pour les précédents modes de réalisation, deux organes à arrêtes tranchantes, déplaçables l'un vers l'autre qui sont formés, d'une part, par un poinçon 2 dont le mouvement est asservi à celui d'un coulisseau mobile 3 et de forme correspondant au périmètre à découper et, d'autre part, par une matrice 4 liée à une table fixe 5 et de forme conjuguée audit poinçon 2 pour obtenir la découpe désirée.

5 Le dispositif comporte également un serre-flan 6 pour plaquer les flans de tôle sur la matrice 4, comme on le verra ultérieurement.

Le poinçon 2 et la matrice 4 comportent chacun une arrête tranchante, respectivement 7 et 8, destinée à coopérer l'une avec l'autre au moment de la descente du poinçon 2.

10 Le procédé selon l'invention consiste, tout d'abord, à réaliser une indentation 20a sur un premier flan de tôle 20 d'une profondeur p1 déterminée, puis à réaliser une indentation 21a sur un second flan de tôle 21 d'une profondeur p2 déterminée.

Ensuite et comme représenté à la figure 8, les deux flans de tôle 20 et 21 sont positionnés l'un sur l'autre en superposant les indentations 20a et 21b et en plaçant lesdits flans de tôles 20 et 21 sur la matrice 4.

15 La profondeur de chaque indentation 20a et 21a sur chaque flan de tôle 20 et 21 est comprise entre 0,075E et 0,90E, E étant l'épaisseur du flan de tôle correspondant.

Comme on peut le constater sur les figures 8 et 9, les épaisseurs des flans de tôle 20 et 21 ont été volontairement exagérées dans un souci de clarté de représentation.

Après avoir positionné les flans de tôles 20 et 21 sur la matrice 4 en superposant les indentations 20a et 21a, le serre-flan 6 et le poinçon 2 descendent sous l'action du coulisseau 3.

20 Le serre-flan 6 plaque les flans de tôle 20 et 21 sur la matrice 4 et le poinçon 2 entre en contact avec la face supérieure de l'indentation 20a, comme représenté à la figure 8.

Ensuite, on poursuit la descente du poinçon 2, comme représenté à la figure 9.

Au cours de cette descente du poinçon 2, on découpe simultanément les deux flans de tôle 20 et 21.

25 On arrête la course du poinçon 2 au moment où la portion 23 découpée dans le flan de tôle 20 en contact avec ledit poinçon 2 est ajustée dans l'orifice 24 formé dans le flan de tôle 21 en contact avec la matrice 4.

Ainsi, après avoir réalisé les indentations 20a et 21a sur les flans de tôles 20 et 21, on réalise au cours d'une seule opération la découpe simultanée des deux flans de tôles 20 et 21 et le positionnement de l'insert 23 dans l'orifice 24 formé dans le flan de tôle 21.

30 Des essais ont été réalisés et ont permis de montrer l'influence des indentations sur le maintien de l'insert 23 dans l'orifice 24.

Au cours de ces essais, un seul outil a été utilisé pour les différentes opérations, c'est à dire pour les indentations et le découpage simultanés des deux flans de tôle 20 et 21.

Cet outil comprend par exemple un poinçon de découpe de 50,02mm de diamètre et une matrice de 50,05mm de diamètre.

35 Le tableau ci-dessous regroupe les différentes configurations utilisées au cours de ces essais.

<b>Epaisseur insert</b>	<b>profondeur préindentation</b>	<b>épaisseur support</b>	<b>profondeur préindentation</b>	<b>rapport épaisseur</b>	<b>tenue insert</b>
0,7	0,55	1,2	1	0,58	oui
1,2	1	0,7	0,55	1,71	oui
1,2	1	1,5	1,3	0,8	oui
0,7	0,55	1,5	1,3	0,47	oui
1,5	1,3	0,7	0,55	2,14	oui

40 A la lecture de ce tableau, on constate qu'avec des flans de tôle de différentes épaisseurs, c'est à dire avec un insert plus épais que le flan de tôle dans lequel est formé l'orifice de réception de cet insert ou inversement, le procédé selon l'invention en réalisant préalablement à la découpe une indentation dans chacun des flans de tôle, donne de bons résultats.

55 En effet, la réalisation d'une indentation dans chacun des flans de tôle avant le découpage permet de s'affranchir du phénomène de pseudo-emboutissage rencontré dans des procédés utilisés jusqu'à présent.

Avec le procédé selon l'invention, le contact entre l'insert et l'orifice est donc meilleur et la pénétration du poinçon de découpe nécessaire au découpage est plus faible.

Grâce au procédé selon l'invention, il est donc possible d'implanter des inserts épais dans des supports minces ou des inserts minces dans des supports épais et/ou d'implanter un insert de nuance différente de celle du support.

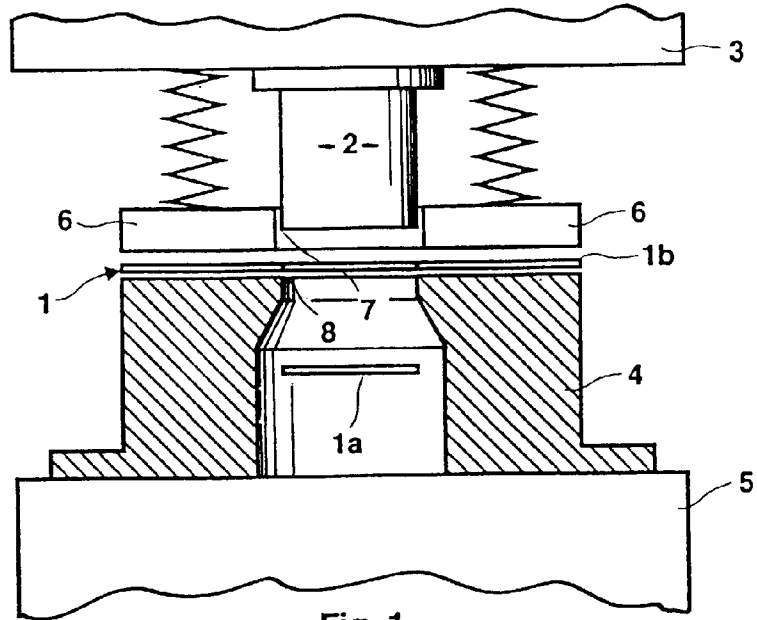
5 Ainsi que représenté à la figure 10, avec le procédé selon l'invention, les grains du métal au niveau de la découpe sont tous déformés suivant une même direction car le découpage est réalisé dans la même direction que celle de l'indentation.

Dans ce cas, les efforts sont moindres que ceux à exercer avec un procédé de découpage selon l'état de la technique, comme cela a été précédemment expliqué.

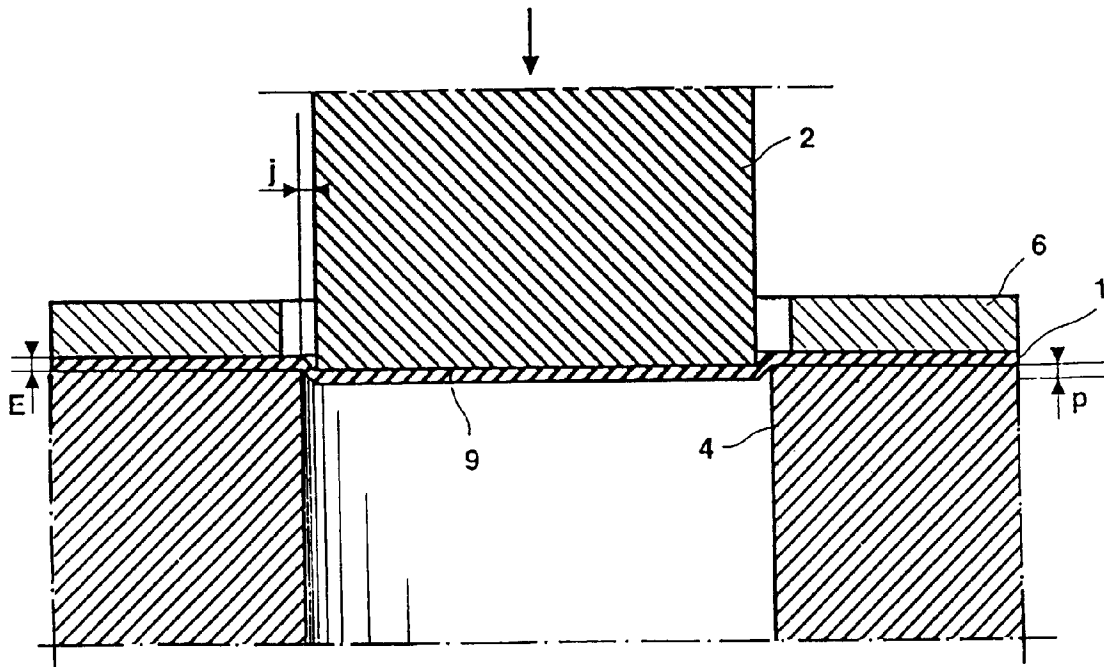
10 De plus, avec le procédé selon l'invention l'usure des outils est moins rapide.

## Revendications

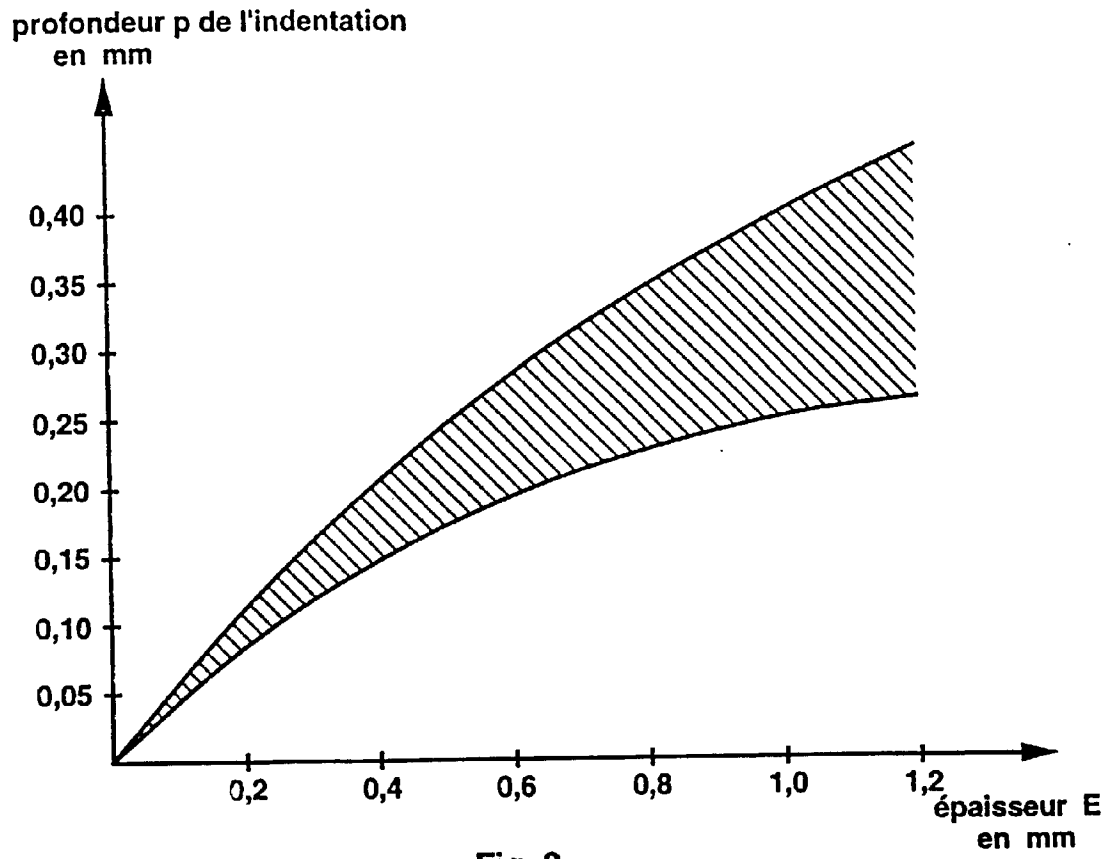
- 15 1. Procédé de découpage d'une pièce dans un flan de tôle (1) au moyen de deux organes déplaçables l'un vers l'autre et comportant des arêtes tranchantes, un poinçon (2) et une matrice (4), caractérisé en ce qu'il consiste :
- à réaliser une indentation (9) d'une profondeur p déterminée, selon une direction et un sens définis,
  - et à réaliser la découpe de ladite pièce dans ledit flan de tôle (1) selon la direction et le sens de formation de l'indentation (9),
- 20
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste :
- à réaliser une indentation (9) d'une profondeur p déterminée au moyen d'un poinçon d'indentation, selon une direction et un sens définis,
  - à réaliser la découpe de la pièce dans la tôle (1) au moyen d'un poinçon de découpe selon la direction et le sens de formation de l'indentation (9),
- 25
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste :
- à réaliser une indentation (9) d'une profondeur p déterminée au moyen du poinçon (2), selon une direction et un sens définis,
  - à relever ledit poinçon (2),
  - à réaliser la découpe de la pièce dans le flan de tôle (1) au moyen dudit poinçon (2) selon la direction et le sens de formation de l'indentation (9).
- 30
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la profondeur p de l'indentation est comprise entre
- $$0,416(1 - e^{-1,279E}) - 0,05E \text{ et } 0,416(1 - e^{-1,279E}) + 0,1E$$
- 40 où E étant l'épaisseur du flan de tôle (1).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il consiste :
- à réaliser l'indentation (20a) sur un premier flan de tôle (20) d'une profondeur p1 déterminée,
  - à réaliser l'indentation (21a) sur un second flan de tôle (21) d'une profondeur p2 déterminée,
  - à positionner l'un sur l'autre les flans de tôle (20, 21) en superposant les indentations (20a, 21a),
  - et à découper simultanément les deux flans de tôle (20, 21) au moyen dudit poinçon de découpe (2).
- 45
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on arrête la course du poinçon de découpe (2) au moment où la portion (23) découpée dans le flan de tôle (20) en contact avec ledit poinçon (2) est ajustée dans l'orifice (24) formé dans le flan de tôle (21) en contact avec la matrice (4).
- 50
7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la profondeur de l'indentation (20a, 21a) sur chaque flan de tôle (20, 21) est comprise entre 0,75 E et 0,90E, E étant l'épaisseur du flan de tôle (20, 21) correspondant.
- 55
8. Utilisation du procédé selon l'une des revendications 5 à 7 pour la réalisation d'une pièce à insert soudé par découpage simultané de deux flans de tôle (20, 21) superposés.



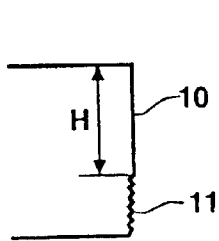
**Fig. 1**



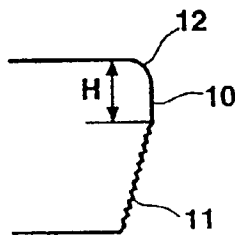
**Fig. 2**



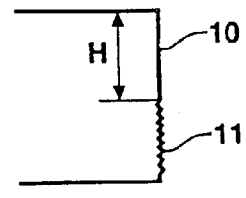
**Fig. 3**



**Fig. 4a**



**Fig. 4b**



**Fig. 4c**

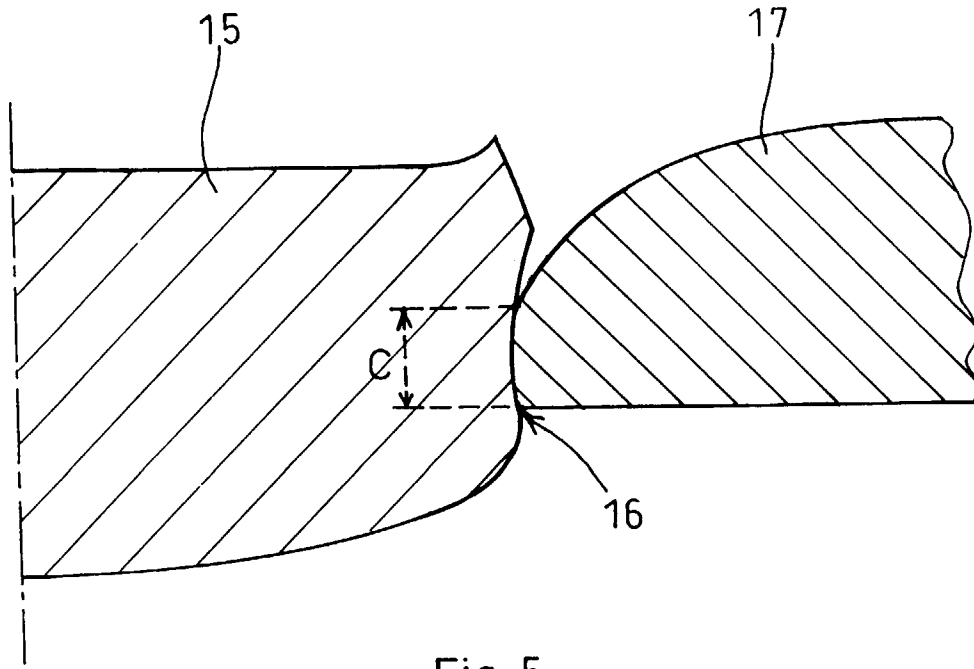


Fig. 5

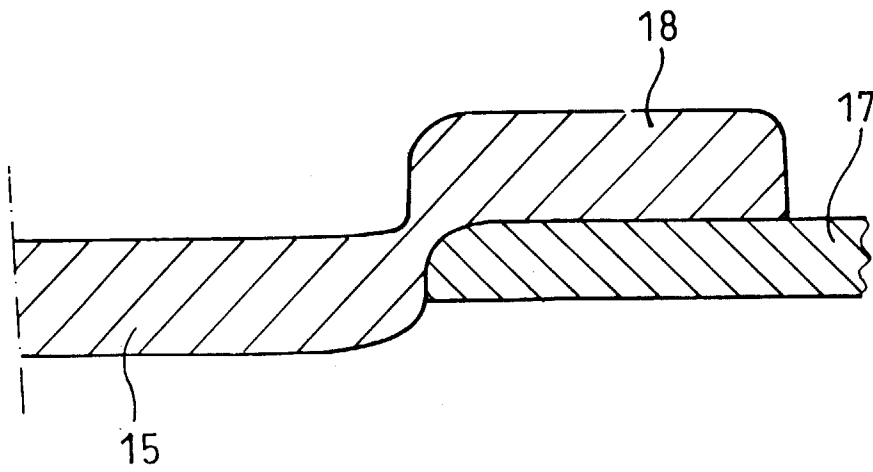


Fig. 6

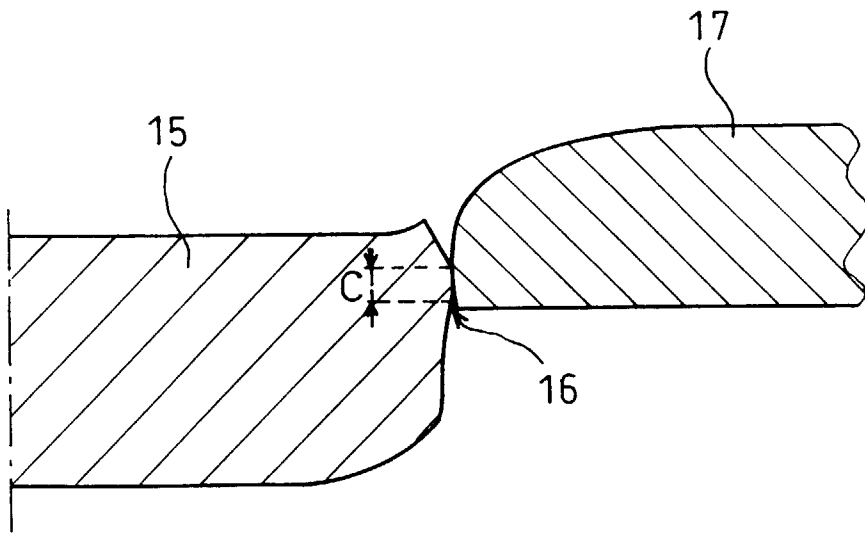


Fig. 7

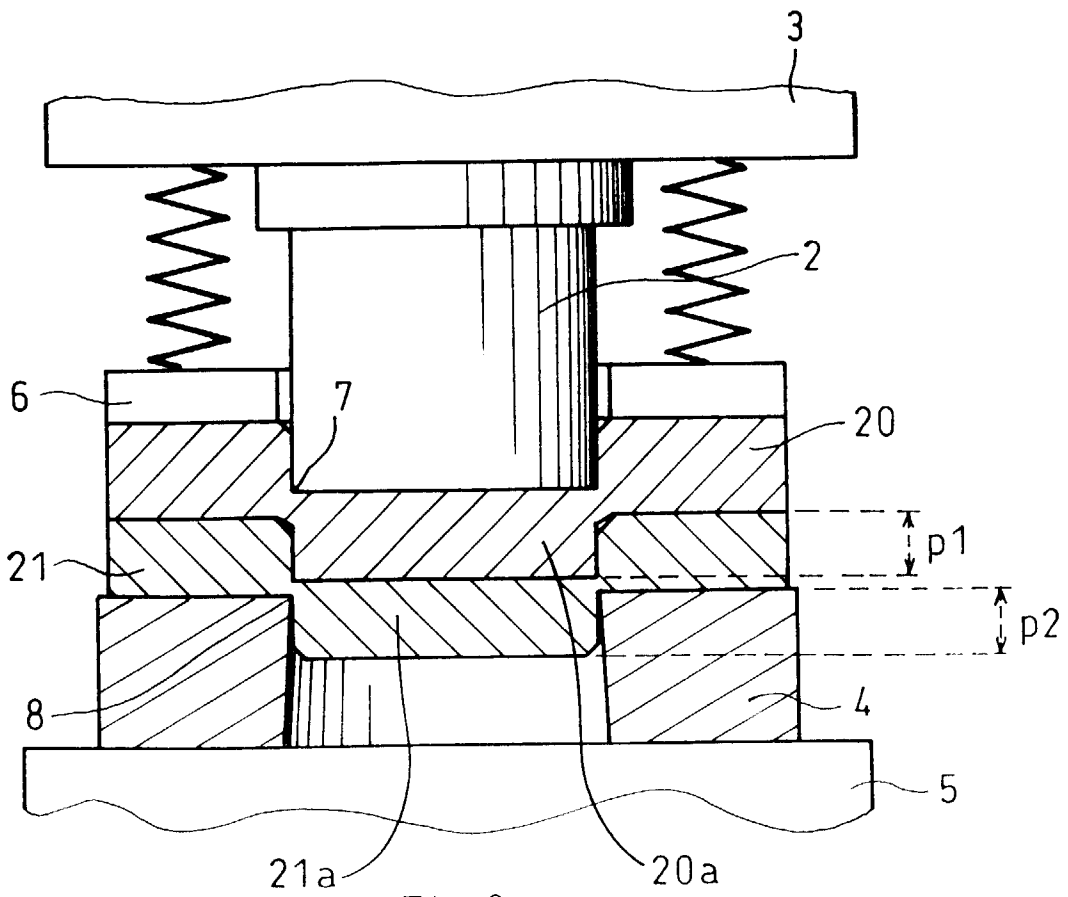


Fig. 8

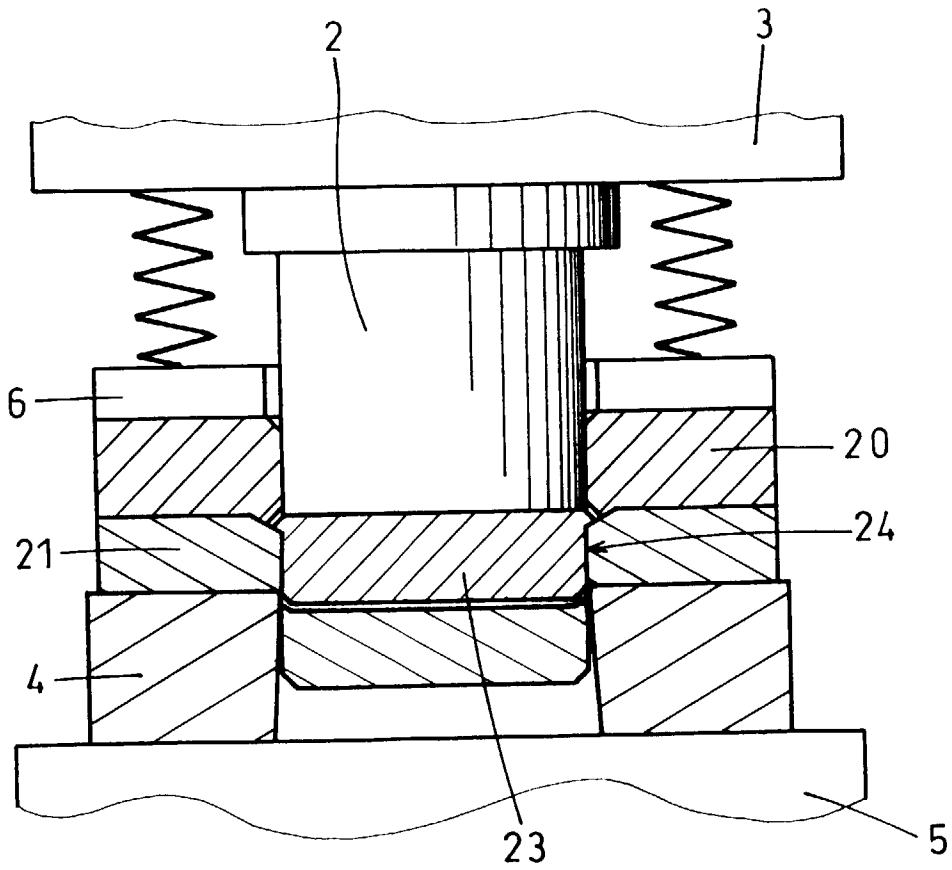


Fig.9

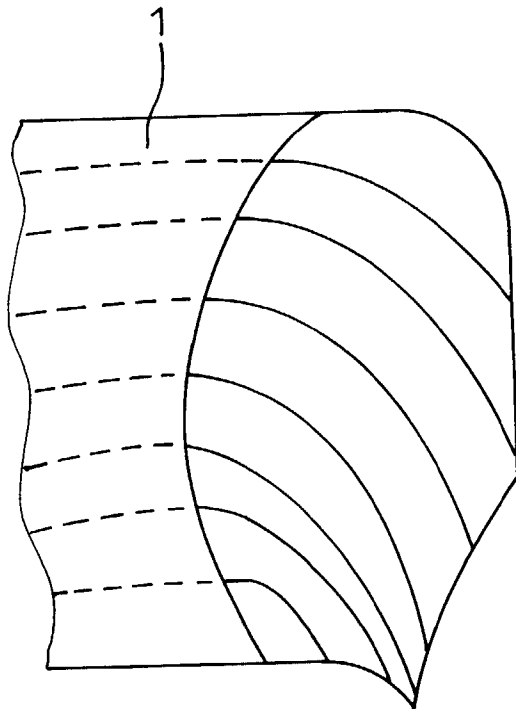


Fig. 10

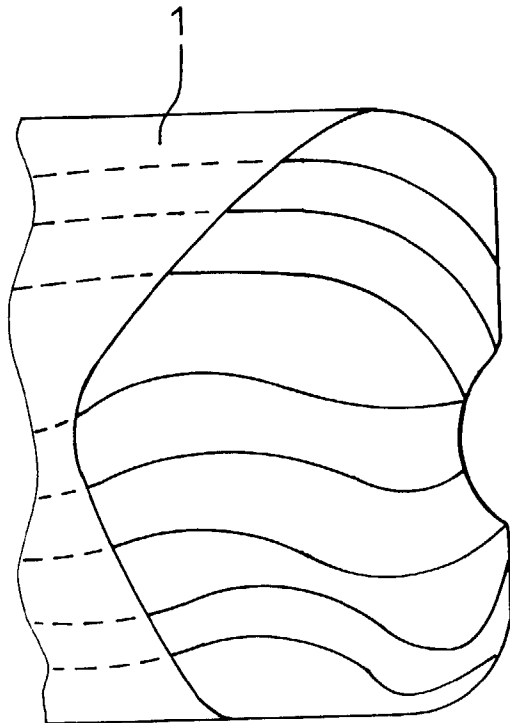


Fig. 11



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 97 40 1592

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	EP 0 418 779 A (FEINTOOL INT HOLDING) 27 Mars 1991 * le document en entier * ---	1	B21D28/16
A	FR 2 211 300 A (IBM) 19 Juillet 1974 * le document en entier * ---	1	
A	DE 27 27 445 B (LIEBING) 4 Janvier 1979 * le document en entier * ---	1	
A	US 4 477 537 A (BLASE ROBERT ET AL) 16 Octobre 1984 * le document en entier * ---	1	
A	FR 2 096 767 A (SUZUKI MOTOR CO) 25 Février 1972 ---		
A	GB 923 811 A (PRODUCTION ENGINEERING RESEARCH ASSOCIATION) ---		
A	DE 42 07 165 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 9 Septembre 1993 ---		
A	US 3 611 854 A (GILEV VITALY KONSTANTINOVICH ET AL) 12 Octobre 1971 -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B21D
Lien de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE	29 Août 1997	Peeters, L	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ERO FORM 1501 01.82 (F04C02)