

(19)



(11)

EP 2 480 693 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
12.09.2018 Bulletin 2018/37

(51) Int Cl.:
C21D 1/09 (2006.01) **C21D 1/18** (2006.01)
C22C 38/18 (2006.01) **B21D 22/20** (2006.01)
B62D 25/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09740179.8**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2009/001110

(22) Date de dépôt: **21.09.2009**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/033180 (24.03.2011 Gazette 2011/12)

(54) **ACIER INOXYDABLE À VARIATIONS LOCALES DE RÉSISTANCE MÉCANIQUE**

EDELSTAHL MIT LOKALEN VARIATIONEN DER MECHANISCHEN BESTÄNDIGKEIT

STAINLESS STEEL HAVING LOCAL VARIATIONS IN MECHANICAL RESISTANCE

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

- **PIC, Aurélien**
F-75010 Paris (FR)
- **PINARD, Fabrice**
F-75011 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:
01.08.2012 Bulletin 2012/31

(74) Mandataire: **Lavoix**
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(73) Titulaire: **Aperam**
1882 Luxembourg (LU)

(56) Documents cités:
EP-A2- 0 700 735 EP-A2- 0 816 520
DE-A1-102006 059 885 FR-A1- 2 864 108
JP-A- 1 259 118 JP-A- 4 072 010
US-A- 5 529 646

(72) Inventeurs:
• **SANTACREU, Pierre-Olivier**
F-62330 Isbergues (FR)

EP 2 480 693 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

- 5 **[0001]** La présente invention est relative à la mise en forme de tôles d'aciers inoxydables et plus particulièrement de celles présentant des résistances mécaniques élevées.

Contexte de l'invention

- 10 **[0002]** Les tôles d'aciers inoxydables sont largement utilisées dans les secteurs de l'automobile, de la construction et de l'industrie en général, en raison de leur excellente résistance à la corrosion. Dans le cadre de ces applications, ces tôles sont le plus généralement mises en forme de façon à être utilisées, par exemple, sous forme de profilés, de tubes carrés, de poutres de pare-choc, de brancards, de cadres de portes. Ces mises en forme sont le plus souvent réalisées par pliage, profilage et emboutissage.

- 15 **[0003]** L'utilisation, dans le cadre de ces applications, de nuances d'acier inoxydables présentant une résistance mécanique élevée, supérieure à 780MPa, est rendue très difficile par un allongement à la rupture qui diminue rapidement avec l'augmentation de la résistance à la rupture. Ce phénomène est source de nombreux inconvénients :

- les rayons minimum de pliage sont en général supérieurs à deux fois l'épaisseur de la tôle (et jusqu'à six fois) avec au mieux un angle de pliage ne dépassant pas 120°, ne permettant pas la fabrication de tubes à faibles rayons de courbure
- Le retour élastique est très marqué et rend difficile un éventuel soudage des profilés
- L'allongement résiduel limité dans les zones déformées est source de ruptures fragiles lors d'une sollicitation dynamique, typiquement à vitesse de déformation comprise entre 1 et 1000s⁻¹ comme en crash.

25 **[0004]** DE102006059885 divulgue un composant en acier au carbone pour un véhicule à moteur, ayant une surface comportant une variation de structure dans certains secteurs, traitée par laser du façon à former une structure tridimensionnelle améliorant la résistance.

30 **[0005]** FR2864108 divulgue une tôle en acier inoxydable présentant une grande résistance mécanique et un bon allongement, et dont les propriétés sont homogènes.

35 **[0006]** Une solution consiste à traiter localement la zone à mettre en forme de façon à en faciliter la déformation. Le brevet US 5,735,163 décrit ainsi un procédé de mise en forme de flans dans lequel une portion locale du flan est durcie avant mise en forme. Ce durcissement est généré par un apport énergétique de forte densité. L'élévation de température qui en résulte entraîne la transformation de la microstructure locale en martensite ou en bainite, ce qui augmente localement la résistance mécanique. Dans le cas d'un emboutissage, la formation de lignes durcies parallèlement à la direction de la déformation permet d'éviter la rupture de nuances peu emboutissables. Dans le cas d'un pliage, la transformation structurale liée à la formation de martensite ou de bainite sur le coté extérieur du flan à plier génère une contrainte compressive locale. Lors du pliage, cette contrainte annule partiellement la contrainte en extension générée par le pliage, limitant ainsi le retour élastique.

40 **[0007]** De par la réduction du retour élastique, ce procédé ne résout qu'un seul des problèmes évoqués ci-dessus. De plus, de par le durcissement local qu'il génère, ce procédé ne peut s'appliquer aux aciers présentant une résistance mécanique élevée, déjà suffisamment difficiles à mettre en oeuvre. Enfin, ce procédé suppose l'utilisation d'aciers aptes à subir une transformation de phase martensitique ou bainitique lors d'un recuit suivi d'une trempe, ce qui, de fait, limite son utilisation à des aciers au carbone-manganèse.

Résumé de l'invention

50 **[0008]** La présente invention a pour but de faciliter la mise en forme de tôles d'aciers inoxydables présentant une résistance mécanique élevée. Elle a été conçue et réalisée pour surmonter les défauts présentés précédemment et pour obtenir d'autres avantages.

[0009] A cet effet, l'invention a pour premier objet un tôle d'acier inoxydable contenant un minimum de 10,5% en poids de Cr et un maximum de 1,2% en poids de C, dont la microstructure est martensitique ou austéno-martensitique et comprend au minimum 2% en volume de martensite. Cette tôle est essentiellement caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une portion locale de moindre résistance mécanique, présentant un taux de martensite inférieur d'au moins 10% à celui du reste de ladite tôle ; ladite portion locale étant au moins partiellement d'épaisseur égale à celle de ladite tôle.

55 **[0010]** La tôle d'acier selon l'invention, d'épaisseur e , peut également comprendre les caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou en combinaison :

- La portion locale de moindre résistance mécanique présente une largeur comprise entre e et 25e en surface de ladite tôle.
- La résistance mécanique à la rupture de la tôle d'acier est supérieure ou égale à 850MPa en dehors de ladite portion locale.

5 - La portion locale de moindre résistance mécanique est obtenue :

- soit par traitement thermique local d'une tôle d'acier inoxydable martensitique ou austéno-martensitique de résistance mécanique homogène.
- Soit par écrouissage différentiel d'une tôle d'acier inoxydable austénitique ou austéno-martensitique de résistance mécanique homogène.

- La portion locale de moindre résistance mécanique présente un taux de martensite au moins deux fois inférieur à celui du reste de la tôle et préférentiellement au moins quatre fois inférieur à celui du reste de la tôle.

15 **[0011]** On comprendra donc que la solution au problème technique posé consiste à traiter localement des zones de la tôle de façon à en abaisser la résistance mécanique et d'ainsi en faciliter la déformation.

[0012] Un second objet de l'invention est constitué par un procédé de fabrication d'une tôle d'acier selon l'invention, comprenant essentiellement les étapes selon lesquelles :

- On approvisionne une tôle d'acier austénitique, martensitique ou austéno-martensitique, ledit acier étant un acier inoxydable contenant un minimum de 10,5% en poids de Cr et un maximum de 1,2% en poids de C
- On écrouit éventuellement tout ou partie de ladite tôle
- On traite au moins une portion locale de ladite tôle de façon à obtenir une portion locale de moindre résistance mécanique, présentant un taux de martensite inférieur d'au moins 10% à celui du reste de ladite tôle ; ladite portion locale étant au moins partiellement d'épaisseur égale à celle de ladite tôle d'acier.

[0013] Le procédé selon l'invention peut également comprendre la caractéristique optionnelle suivante :

- la portion locale de moindre résistance mécanique est obtenue :

- soit par traitement thermique local d'une tôle d'acier martensitique ou austéno-martensitique de résistance mécanique homogène, le traitement thermique résultant d'une élévation thermique par laser, par induction, par faisceau d'électrons ou par soudage à la molette.
- Soit par écrouissage différentiel d'une tôle d'acier austénitique ou austéno-martensitique de résistance mécanique homogène.

[0014] Un troisième objet de l'invention est constitué par une pièce d'acier pouvant être obtenue par déformation d'une tôle d'acier selon l'invention ou d'une tôle obtenue par le procédé selon l'invention, ladite déformation ayant lieu dans l'une au moins desdites portions locales de moindre résistance mécanique.

[0015] La pièce selon l'invention peut également comprendre les caractéristiques optionnelles suivantes :

- Elle peut être obtenue par le pliage, le profilage ou l'emboutissage de l'une au moins desdites portions locales de moindre résistance mécanique.
- Elle peut être obtenue par découpe d'une tôle d'acier selon l'invention ou d'une tôle obtenue par le procédé selon l'invention.
- Elle peut être utilisée pour la fabrication de structures métalliques résistant à des sollicitations dynamiques.

[0016] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre.

[0017] Les termes 2H, C700 à C1300 (dits état écroui), 1E, 1D, 2B, 2D, 2R, 2E (dits état recuit), se rapportent notamment aux normes qui définissent les gammes de fabrication et les conditions techniques de livraison des aciers concernés (NF EN 10088-1 et -2 pour les aciers inoxydables). C1500 désignera une gamme de fabrication d'un écroui 2H garantissant une résistance mécanique supérieure à 1500MPa.

[0018] Les tôles d'aciers inoxydables considérées par la présente invention sont caractérisées par leur résistance mécanique. Celle-ci est contrôlée d'une part par les éléments d'addition, mais également par les traitements thermiques et les traitements mécaniques que la tôle peut subir.

[0019] Les éléments d'addition définissent la nuance de base de la tôle considérée et donc sa résistance mécanique intrinsèque. Dans le cadre de la présente invention, on entend par acier inoxydable à structure austénitique une tôle comprenant en pourcentage pondéral :

- $10,5 \leq \text{Cr} \leq 20$
- $0,005 \leq \text{C} \leq 1,2$
- $0,005 \leq \text{N} \leq 2$
- $0,6 \leq \text{Ni} \leq 15$
- $0,1 \leq \text{Mn} \leq 15$
- $0,1 \leq \text{Mo} \leq 5$
- $0,1 \leq \text{Cu} \leq 3$
- $0,05 \leq \text{Si} \leq 3$
- $0,0001 \leq \text{Ti} \leq 1$
- $0,0001 \leq \text{Nb} \leq 1$

[0020] Le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables dues à l'élaboration.

[0021] Etant entendu en outre que les teneurs respectent les relations suivantes :

- $1,48 < \text{Cr}_{\text{eq}} / \text{Ni}_{\text{eq}} < 2,2$ avec:

$$\text{Cr}_{\text{eq}} = \% \text{Cr} + 1,37 \% \text{Mo} + 1,5 \% \text{Si} + 2 \% \text{Nb} + 3 \% \text{Ti}$$

$$\text{Ni}_{\text{eq}} = \% \text{Ni} + 0,31 \% \text{Mn} + 22 \% \text{C} + 14,2 \% \text{N} + \% \text{Cu}$$

- $\alpha'(30/20) > 0$, α' étant défini par la relation suivante:
 $\alpha'(30/20) = 374,05 - 3,73 \% \text{Cr} - 23,03 \% \text{Ni} - 503,11 \% \text{C} - 161,70 \% \text{N} - 21,55 \% \text{Mn}$

[0022] Cette composition caractérise un acier inoxydable austénitique qui solidifie en ferrite primaire et qui contient une quantité non nulle de martensite d'écrouissage après déformation. Bien que majoritairement constituées d'austénite, les nuances austénitiques conventionnelles contiennent des traces de ferrite résiduelle provenant de la solidification ainsi que des traces de martensite résultant des opérations de laminage.

[0023] Le traitement thermique et le traitement mécanique, seuls ou combinés, permettent, quant à eux, de modifier cette résistance mécanique dans une certaine proportion.

[0024] La présente invention considère notamment deux variantes possibles :

- un traitement mécanique homogène sur l'intégralité de la tôle suivi d'un traitement thermique local
- un traitement mécanique inhomogène sur l'intégralité de la tôle

[0025] Dans les deux cas, la modification des caractéristiques mécaniques est rendue possible par la capacité de la tôle considérée à subir d'une part des transformations de phase et d'autre part des variations de densité de dislocations.

[0026] Dans le cas de la première variante envisagée, un écrouissage homogène (gamme de fabrication 2H : C700 à C1500) sur l'intégralité de la tôle entraîne une transformation partielle de l'austénite en martensite et éventuellement un durcissement de l'austénite par la densification du réseau de dislocations. Cet écrouissage permet d'atteindre des résistances mécaniques bien supérieures à 780MPa, valeur maximale atteignable sur un acier inoxydable recuit de type 1D, 1E, 2B, 2D, 2E, 2R. L'acier ainsi écroui est de structure austéno-martensitique c'est-à-dire constitué à température ordinaire d'un mélange d'austénite et de martensite, la fraction volumique de martensite étant au minimum de 2%. Dans une deuxième étape, un traitement thermique localisé aux zones à déformer entraîne une réversion partielle de la martensite en austénite et éventuellement un adoucissement de l'austénite par la diminution du nombre de dislocations. Ce traitement thermique permet d'abaisser localement la résistance mécanique de la tôle. Une portion de moindre résistance mécanique est ainsi obtenue. Cette résistance mécanique peut être abaissée jusqu'à 500MPa, valeur minimale atteignable sur un acier inoxydable austénitique recuit. Ce traitement thermique peut être réalisé, sans que cette liste soit exhaustive, par laser, par induction, par faisceau d'électrons ou par soudage à la molette. Quelle que soit la technique utilisée, le cycle thermique comprend notamment une élévation de température au-dessus de la température de début de transformation de la martensite en austénite, appelée température de réversion de la martensite. Cette température est fonction de la nuance d'acier considérée mais dans le cadre de l'invention, et pour couvrir l'ensemble des nuances austénitiques, la température de réversion est prise supérieure à 550°C. Les durées du traitement thermique, chauffage, maintien et refroidissement sont fonction de la nuance de la tôle, de son épaisseur et du procédé utilisé: elles doivent être déterminées préalablement et doivent permettre une diminution minimale de 10% de la fraction volumique de martensite et éventuellement de la densité de dislocation. Cette diminution minimale permet de s'affranchir

des variations locales inhérentes au procédé d'écrouissage. Une fusion partielle de l'acier à la surface de la tôle et sur une épaisseur n'excédant pas 0,5e est admissible. La zone traitée thermiquement est trempée par auto-refroidissement, la chaleur se transmettant aux zones avoisinantes. Ce phénomène supprime le contrôle des paramètres de trempe pour l'obtention d'une tôle selon l'invention.

[0027] Dans le cas de la deuxième variante envisagée (traitement mécanique inhomogène), un écrouissage est réalisé à l'aide de cylindres de laminage structurés. L'écrouissage des aciers inoxydables est habituellement réalisé à l'aide de rouleaux lisses. Dans le cas présent, ces cylindres sont gravés ou cannelés de telle sorte que des portions de la tôle écrouie soient épargnées par cet écrouissage et ainsi conservent leur structure austénitique moins écrouie. On désigne cet écrouissage spécifique sous le nom d'écrouissage différentiel. Des portions de moindre résistance mécanique sont ainsi obtenues.

[0028] Quelque soit la variante utilisée, les conditions opératoires sont contrôlées de façon à respecter les conditions suivantes :

- la portion de moindre résistance mécanique est au moins partiellement d'épaisseur égale à l'épaisseur e de la tôle,
- la portion de moindre résistance mécanique inclut la zone qui pourrait être déformée lors d'une étape ultérieure de mise en forme. A cet effet, on cherchera à inclure les zones mises en forme pour lesquelles les rayons de pliage sont compris entre 2 et 6 fois l'épaisseur de la tôle (cas de la mise en forme des aciers inoxydables présentant les plus hautes résistances mécaniques, sans recours à la présente invention). Pour cette raison, la portion de moindre résistance mécanique est de préférence d'une largeur comprise entre e et 25e,
- Cette portion peut présenter des formes variées, être linéaire, curviligne, avoir un contour fermé ou encore peut présenter des intersections avec d'autres portions de moindre résistance mécanique.
- Cette portion présente un taux de martensite inférieur d'au moins 10% à celui du reste de la tôle.

[0029] La présence sur la tôle d'acier inoxydable de portions de moindre résistance mécanique, obtenues par l'une ou l'autre des variantes décrites ci-dessus, permet :

- un pliage sévère de cette tôle jusqu'à des angles de 180° et jusqu'à des rayons minimum de pliage valant 0,5 fois l'épaisseur de la tôle
- une mise en forme facilitée puisque prédéterminée, évitant un glissement de la tôle ou une mauvaise localisation de la zone déformée
- une forte diminution du retour élastique lors du profilage, ce retour étant équivalent à celui que l'on aurait avec un acier inoxydable recuit de type 2B, 2D, 2R, 2E, 1E, 1D
- Une réduction de l'effort de pliage, cet effort étant équivalent à celui que l'on aurait avec un acier inoxydable recuit de type 2B, 2D, 2R, 2E, 1E, 1D, soit une réduction de 25 à 50% en fonction de la nuance d'acier inoxydable considérée.

[0030] Dans le cas d'une tôle d'acier inoxydable selon l'invention ayant subi un traitement thermique local, on notera également l'avantage présenté par la légère coloration de la tôle générée par ce traitement thermique : elle permet de localiser sans difficulté la zone à déformer. Dans le cas d'une tôle d'acier inoxydable selon l'invention ayant subi un écrouissage différentiel, la localisation de la zone à déformer est rendue possible par un aspect moins brillant et une rugosité différente de la portion locale.

[0031] Une tôle d'acier inoxydable selon l'invention peut être mise en forme selon les techniques habituelles bien connues de l'homme du métier, parmi lesquelles on pourra citer à titre d'exemples le pliage, le profilage, l'emboutissage. Lors de cette mise en forme, la portion de moindre résistance mécanique, qui englobe la zone déformée, subit un écrouissage. Une transformation partielle de l'austénite en martensite et éventuellement un durcissement de l'austénite par la densification du réseau de dislocations permettent de retrouver au moins partiellement la microstructure initiale de cette portion de la tôle. Dans les cas de modes de déformation pour lesquels il existe une fibre neutre, une pièce d'acier, mise en forme au niveau de l'une au moins des portions de moindre résistance mécanique d'une tôle d'acier selon l'invention, se caractérise par la présence, au voisinage de la fibre neutre, d'une zone présentant un taux de martensite inférieur à celui de la tôle. La détection de cette zone peut être faite par mesure de contraintes résiduelles ou par mesure de la fraction de martensite. On entend par fibre neutre l'ensemble des points qui, en cas d'application d'une déformation globale, ne subissent pas de déformation locale.

[0032] Une pièce d'acier, mise en forme au niveau de l'une au moins des portions de moindre résistance mécanique d'une tôle d'acier selon l'invention, permet :

- Une amélioration de la tenue mécanique statique ou dynamique, l'allongement résiduel plus important dans les zones mises en forme évitant des ruptures fragiles en comportement dynamique (crash).
- Un soudage entre deux bords de la tôle facilité par la minimisation du retour élastique

[0033] Par ailleurs, les portions locales de moindre résistance mécanique peuvent ne pas être mises en forme et servir de zones préférentielles de déformation lors d'une sollicitation dynamique, typiquement à vitesse de déformation comprise entre 1 et 1000s⁻¹ comme le crash.

[0034] Afin d'illustrer l'invention, des essais ont été réalisés et vont être décrits à titre d'exemples non limitatifs, notamment en référence aux figures 1 à 7 qui représentent :

- Figure 1A : Exemple de microstructure d'une tôle selon l'invention avant traitement thermique localisé. Coupe métallographique avec attaque électrolytique.
- Figure 1B : Grossissement de la Figure 1A avec en sombre la martensite et en clair l'austénite.
- Figure 1C : Exemple de microstructure d'une tôle selon l'invention après traitement thermique localisé. Coupe métallographique avec attaque électrolytique.
- Figure 1D : Grossissement de la Figure 1C. Détail de la zone non traitée.
- Figure 1E : Grossissement de la Figure 1C. Détail de la portion locale de moindre résistance mécanique.
- Figure 2 : Variation, en moyenne dans l'épaisseur de la tôle, du taux de martensite au voisinage de la portion de moindre résistance mécanique (A) et structure de cette portion (B).
- Figure 3A : Tôle selon l'invention présentant des zones de moindre résistance mécanique.
- Figure 3B : pièce après pliage de la tôle présentée en figure 3A.
- Figure 4A : Tôle selon l'invention présentant des zones de moindre résistance mécanique.
- Figure 4B : pièce après pliage de la tôle présentée en Figure 4A.
- Figure 5A : Tôle selon l'invention présentant des zones de moindre résistance mécanique.
- Figure 5B : pièce après emboutissage de la tôle présentée en Figure 5A.
- Figure 6 : exemple de profilage d'une tôle selon l'invention au moyen d'une ligne de profilage et pièce obtenue.
- Figure 7A : premier mode de réalisation d'une tôle selon l'invention
- Figure 7B : autre mode de réalisation d'une tôle selon l'invention

[0035] La mesure du taux de martensite est effectuée par une mesure locale de l'induction magnétique - à l'aide d'un ferritescope. Cette mesure donne un pourcentage moyen en volume de martensite sur l'épaisseur de la tôle. Cette mesure indirecte suppose l'utilisation d'un facteur correctif fonction de la nuance d'acier considérée. Dans le cas d'un acier inoxydable 1.4318 (301LN) ou 1.4310(301), le facteur correctif est de 1,7. Une mesure directe par sigmamétrie (induction magnétique à saturation) est également envisageable, bien que plus contraignante à mettre en oeuvre.

Exemples

[0036] En référence à la figure 3A, une tôle 1 d'acier inoxydable selon l'invention est traitée localement de façon à obtenir quatre portions linéaires 3 de moindre résistance mécanique. En référence à la figure 3B, la tôle 1 décrite précédemment est pliée au niveau des portions 3 de moindre résistance mécanique de façon à obtenir la pièce d'acier profilé 2.

[0037] En référence à la figure 4A, une tôle 11 d'acier inoxydable selon l'invention est traitée localement de façon à obtenir des portions linéaires 13 de moindre résistance mécanique. En référence à la figure 4B, la tôle 11 décrite précédemment est pliée au niveau de quatre portions 13 de moindre résistance mécanique de façon à obtenir la pièce d'acier profilé 12. Les portions 13 de moindre résistance mécanique non mises en forme présentent une disposition guidant la déformation de la pièce d'acier profilé 12 lors d'une sollicitation dynamique de type crash.

[0038] En référence à la figure 5A, une tôle 21 d'acier inoxydable selon l'invention est traitée localement de façon à obtenir une portion 23 de moindre résistance mécanique. En référence à la figure 5B, la tôle 21 décrite précédemment est emboutie au niveau de la portion 23 de moindre résistance mécanique de façon à obtenir la pièce d'acier 22.

[0039] En référence à la figure 6, une tôle 31 d'acier inoxydable selon l'invention traitée localement de façon à obtenir des portions 33 de moindre résistance mécanique est profilée au moyen d'une ligne de profilage 34 de façon à obtenir une pièce d'acier profilé 32.

[0040] En référence à la figure 7A, une bobine d'acier 46 est déroulée et subit un traitement thermique local au moyen d'un laser 45 de façon à obtenir une tôle 41 d'acier inoxydable selon l'invention présentant quatre portions linéaires 43 de moindre résistance mécanique.

[0041] En référence à la figure 7B, une tôle 51 d'acier inoxydable selon l'invention subit un traitement thermique local au moyen d'un laser 55 de façon à obtenir quatre portions linéaires 53 de moindre résistance mécanique.

[0042] Selon un mode préféré de réalisation, on utilise un acier inoxydable 1.4318 (301LN) écroui tel que sa résistance mécanique R_m (contrainte conventionnelle maximale en traction) soit au minimum de 1000MPa (état C1000 de la gamme de fabrication 2H selon la norme EN 10088/2). Dans cet exemple, l'épaisseur de la tôle est de 0,8mm et le métal contient environ 45% en volume de martensite et 55% en volume d'austénite .

[0043] Un traitement thermique localisé, selon une ligne, est réalisé à l'aide d'un laser de type CO₂ de 4kW. La

puissance dans le cas présent est de 20%, le déplacement de la source est de 0,85m/min (1m/min également testé) et le point focal est situé à 25 mm au-dessus de la surface supérieure de la tôle. En référence à la figure 2, le traitement laser permet d'obtenir le long de la ligne de traitement une structure recuite où le pourcentage de martensite passe à une teneur inférieure à 10% et même 1,5% au centre, proche de l'état recuit de ce métal, c'est-à-dire avant écrouissage (état 2B). La structure de la ligne traitée comprend une zone fondue austénitique limitée en largeur L_{zf} à 2-4 fois l'épaisseur de la tôle et de profondeur P_{zf} inférieure à 50% de l'épaisseur de la tôle ainsi qu'une zone affectée thermiquement d'une largeur L_{zat} comprise entre 3 et 6 fois l'épaisseur de la tôle. Cette zone a subi une réversion presque totale de la martensite. L'ensemble des deux zones identifiées constitue la portion de moindre résistance mécanique.

[0044] Des essais de pliage sont réalisés sur les tôles C1000 ainsi traitées selon l'invention et sur des tôles non traitées. On observe que le pliage de la tôle C1000 traitée selon l'invention est possible jusqu'à des angles de 180° sans difficulté, comme pour la tôle recuite 2B. Le pliage est en revanche difficile à 90° avec la tôle C1000 non traitée avec présence de petites fissures, et impossible à 180° avec rupture parfois complète de l'éprouvette (Tab.1).

Tableau1 : Essais de pliage sur une nuance 1.4318 état 2B, écrouie C1000 et écrouie C1000 avec traitement thermique laser

Echantillon	Rm (MPa)	Angle de pliage	
		90°	180°
2B	780	○	○
C1000	1000	◐	●
C1000 selon l'invention		○	○
○ pliage correct, ◐ présence de fissures, ● rupture de l'échantillon			

Revendications

- Tôle d'acier inoxydable contenant un minimum de 10,5% en poids de Cr et un maximum de 1,2% en poids de C, dont la microstructure est martensitique ou austéno-martensitique et comprend au minimum 2% en volume de martensite, **caractérisée en ce qu'elle** comprend au moins une portion locale de moindre résistance mécanique, présentant un taux de martensite inférieur d'au moins 10% à celui du reste de ladite tôle, ladite portion locale étant au moins partiellement d'épaisseur égale à celle de ladite tôle.
- Tôle d'acier, selon la revendication 1, d'épaisseur e dont ladite portion locale présente une largeur comprise entre e et $25e$ en surface de ladite tôle.
- Tôle d'acier, selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dont la résistance mécanique à la rupture est supérieure ou égale à 850MPa en dehors de ladite portion locale.
- Tôle d'acier, selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dont ladite portion locale de moindre résistance mécanique est obtenue :
 - soit par traitement thermique local d'une tôle d'acier inoxydable martensitique ou austéno-martensitique de résistance mécanique homogène
 - Soit par écrouissage différentiel d'une tôle d'acier inoxydable austénitique ou austéno-martensitique de résistance mécanique homogène.
- Tôle d'acier, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dont ladite portion locale de moindre résistance mécanique présente un taux de martensite au moins deux fois inférieur à celui du reste de la tôle.
- Tôle d'acier, selon la revendication 4, dont ladite portion locale de moindre résistance mécanique présente un taux de martensite au moins quatre fois inférieur à celui du reste de la tôle.
- Procédé de fabrication d'une tôle d'acier, selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant les étapes selon lesquelles :

- On approvisionne une tôle d'acier austénitique, martensitique ou austéno-martensitique, ledit acier étant un acier inoxydable contenant un minimum de 10,5% en poids de Cr et un maximum de 1,2% en poids de C
- On écrouit éventuellement tout ou partie de ladite tôle de telle sorte que la microstructure comprenne au minimum 2% en volume de martensite
- On traite ladite tôle de façon à obtenir au moins une portion locale de moindre résistance mécanique, présentant un taux de martensite inférieur d'au moins 10% à celui du reste de ladite tôle ; ladite portion locale étant au moins partiellement d'épaisseur égale à celle de ladite tôle d'acier.

8. Procédé selon la revendication 7 dans lequel ladite portion locale de moindre résistance mécanique est obtenue :

- soit par traitement thermique local d'une tôle d'acier martensitique ou austéno-martensitique, de résistance mécanique homogène, le traitement thermique résultant d'une élévation thermique par laser, par induction, par faisceau d'électrons ou par soudage à la molette
- Soit par écrouissage différentiel d'une tôle d'acier austénitique ou austéno-martensitique de résistance mécanique homogène.

9. Pièce d'acier pouvant être obtenue par déformation d'une tôle d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 ou d'une tôle obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 8, ladite déformation ayant lieu dans l'une au moins desdites portions locales de moindre résistance mécanique.

10. Pièce d'acier selon la revendication 9 obtenue par le pliage, le profilage ou l'emboutissage de l'une au moins desdites portions locales de moindre résistance mécanique.

11. Pièce d'acier pouvant être obtenue par découpe d'une tôle d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 ou d'une tôle obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 8.

12. Utilisation d'une pièce selon l'une quelconque des revendications 9 à 11 pour la fabrication de structures métalliques résistant à des sollicitations dynamiques.

Patentansprüche

1. Blech aus rostfreiem Stahl, enthaltend zumindest 10,5 Gewichts-% Cr und maximal 1,2 Gewichts-% C, dessen Mikrostruktur martensitisch oder austenitisch-martensitisch ist und das aufweist zumindest 2 Volumen-% Martensit, **dadurch gekennzeichnet, dass** es aufweist mindestens einen lokalen Abschnitt mit geringerer mechanischer Festigkeit, der einen Martensit-Gehalt hat, der um wenigstens 10% kleiner ist als jener des Rests des besagten Blechs, wobei der lokale Abschnitt zumindest teilweise eine Dicke hat, die gleich jener des besagten Blechs ist.

2. Blech aus Stahl gemäß Anspruch 1 mit Dicke e, dessen besagter lokaler Abschnitt eine Breite zwischen e und 25e an der Oberfläche des besagten Blechs hat.

3. Blech aus Stahl gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 oder 2, dessen mechanische Bruch-Festigkeit außerhalb des besagten lokalen Bereichs größer oder gleich 850MPa ist.

4. Blech aus Stahl gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dessen lokaler Abschnitt mit geringerer mechanischer Festigkeit erlangt ist:

- entweder durch thermische lokale Behandlung eines martensitischen oder austenitischen-martensitischen rostfreien Stahlblechs mit homogener mechanischer Festigkeit,
- oder durch differentielle Kaltverformung eines austenitischen oder austenitischen-martensitischen rostfreien Stahlblechs mit homogener mechanischer Festigkeit.

5. Blech aus Stahl gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dessen lokaler Abschnitt mit geringerer mechanischer Festigkeit einen Martensit-Gehalt hat, der wenigstens zweimal kleiner ist als jener des Rests des Blechs.

6. Blech aus Stahl gemäß Anspruch 4, dessen besagter lokaler Abschnitt mit geringerer mechanischer Festigkeit einen Martensit-Gehalt hat, der wenigstens viermal kleiner ist als jener des Rests des Blechs.

7. Verfahren zur Herstellung eines Blechs aus Stahl gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, aufweisend die Schritte, gemäß denen:

- man ein Blech aus austenitischem, martensitischem oder austenitischem-martensitischem Stahl bereitstellt, wobei der besagte Stahl ein rostfreier Stahl ist, der zumindest 10,5 Gewichts-% Cr und maximal 1,2 Gewichts-% C enthält,
- man gegebenenfalls das besagte Blech ganz oder teilweise kaltverformt, sodass die Mikrostruktur zumindest 2 Volumen-% Martensit aufweist,
- man das besagte Blech behandelt, um zumindest einen lokalen Abschnitt mit geringerer mechanischer Festigkeit zu erlangen, der einen Martensit-Gehalt hat, der um wenigstens 10% kleiner ist als jener des Rests des besagten Blechs, wobei der besagte lokale Abschnitt zumindest teilweise eine Dicke hat, die gleich jener des besagten Blechs aus Stahl ist.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei der besagte lokale Abschnitt mit geringerer mechanischer Festigkeit erlangt ist:

- entweder durch thermische lokale Behandlung eines martensitischen oder austenitischen-martensitischen rostfreien Stahlblechs mit homogener mechanischer Festigkeit, wobei die thermische Behandlung aus einer thermischen Anhebung via Laser, via Induktion, via Elektronenstrahl oder via Nahtschweißung resultiert,
- oder durch differentielle Kaltverformung eines austenitischen oder austenitischen-martensitischen rostfreien Stahlblechs mit homogener mechanischer Festigkeit.

9. Stahl-Bauteil, das erlangt werden kann durch Verformung eines Blechs aus Stahl gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6 oder eines Blechs, das erlangt ist durch das Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 7 bis 8, wobei die besagte Verformung vorliegt in wenigstens einem der besagten lokalen Abschnitte mit geringerer mechanischer Festigkeit.

10. Stahl-Bauteil gemäß Anspruch 9, erlangt durch Biegen, Profilierung oder Tiefziehen des wenigstens einen der lokalen Abschnitte mit geringerer mechanischer Festigkeit.

11. Stahl-Bauteil, das erlangt werden kann durch Schneiden eines Blechs aus Stahl gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6 oder eines Blechs, das erlangt ist durch das Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 8.

12. Verwendung eines Bauteils gemäß irgendeinem der Ansprüche 9 bis 11 zur Herstellung von metallischen Strukturen, die widerstandsfähig sind gegen dynamische Beanspruchungen.

Claims

1. A stainless steel sheet containing a minimum of 10.5% by weight of Cr and a maximum of 1.2% by weight of C, the microstructure of which is martensitic or austeno-martensitic and comprises at least 2% by volume of martensite, **characterizing in that** it comprises at least one local portion of lesser mechanical resistance, having a martensite content at least 10% lower than that of the remainder of said sheet, said local portion being at least partly with a thickness equal to that of said sheet.

2. The steel sheet according to claim 1, with a thickness e , the said local portion of which has a width comprised between e and $25e$ at the surface of said sheet.

3. The steel sheet according to any of claims 1 or 2, the mechanical resistance at break of which is greater than or equal to 850 MPa outside said local portion.

4. The steel sheet according to any of claims 1 to 3, said local portion of which with lesser mechanical resistance is obtained:

- either by local heat treatment of a martensitic or austeno-martensitic stainless steel sheet of homogeneous mechanical resistance
- or by differential work-hardening of an austenitic or austeno-martensitic stainless steel sheet of homogeneous mechanical resistance.

5. The steel sheet, according to any of claims 1 to 4, said local portion of which with lesser mechanical resistance has a martensite content at least twice smaller than that of the remainder of the sheet.

6. The steel sheet according to claim 4, said local portion of which with lesser mechanical resistance has a martensite level at least four times smaller than that of the remainder of the sheet.

7. A method for manufacturing a steel sheet, according to any of claims 1 to 6, comprising the steps according to which:

- an austenitic, martensitic or austeno-martensitic steel sheet is supplied, said steel being a stainless steel containing a minimum of 10.5% by weight of Cr and a maximum of 1.2% by weight of C.

- optionally, all or part of said sheet is work-hardened so that the microstructure comprises at least 2% by volume of martensite.

- said sheet is treated so as to obtain at least one local portion of lesser mechanical resistance, having a martensite content at least 10% lower than that of the remainder of said sheet; said local portion being at least partly with a thickness equal to that of said steel sheet.

8. The method according to claim 7, wherein said local portion of lesser mechanical resistance is obtained:

- either by local heat treatment of a martensitic or austeno-martensitic steel sheet of homogeneous mechanical resistance, the heat treatment resulting from a thermal rise in temperature by laser, by induction, by an electron beam or by seam welding

- or by differential work-hardening of an austenitic or austeno-martensitic steel sheet of homogeneous mechanical resistance.

9. A steel part which may be obtained by deformation of a steel sheet according to any of claims 1 to 6 or of a sheet obtained by the method according to any of claims 7 to 8, said deformation occurring in at least one of said local portions of lesser mechanical resistance.

10. The steel part according to claim 9, obtained by bending, profiling or stamping of at least one of said local portions of lesser mechanical resistance.

11. A steel part which may be obtained by cutting a steel sheet according to any of claims 1 to 6 or a sheet obtained by the method according to any of claims 7 to 8.

12. The use of a part according to any of claims 9 to 11 for manufacturing metal structures withstanding dynamic stresses.

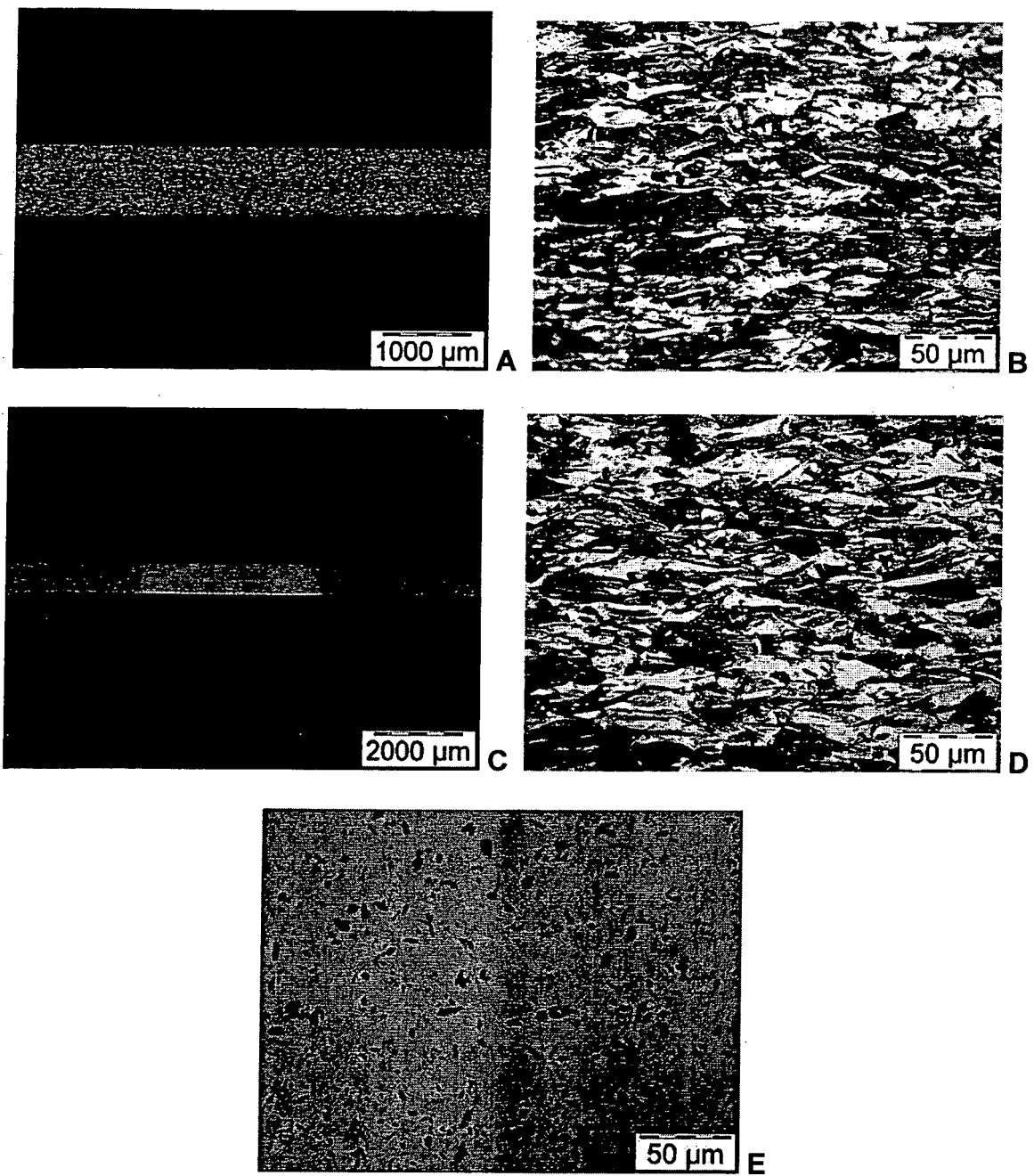


Figure 1

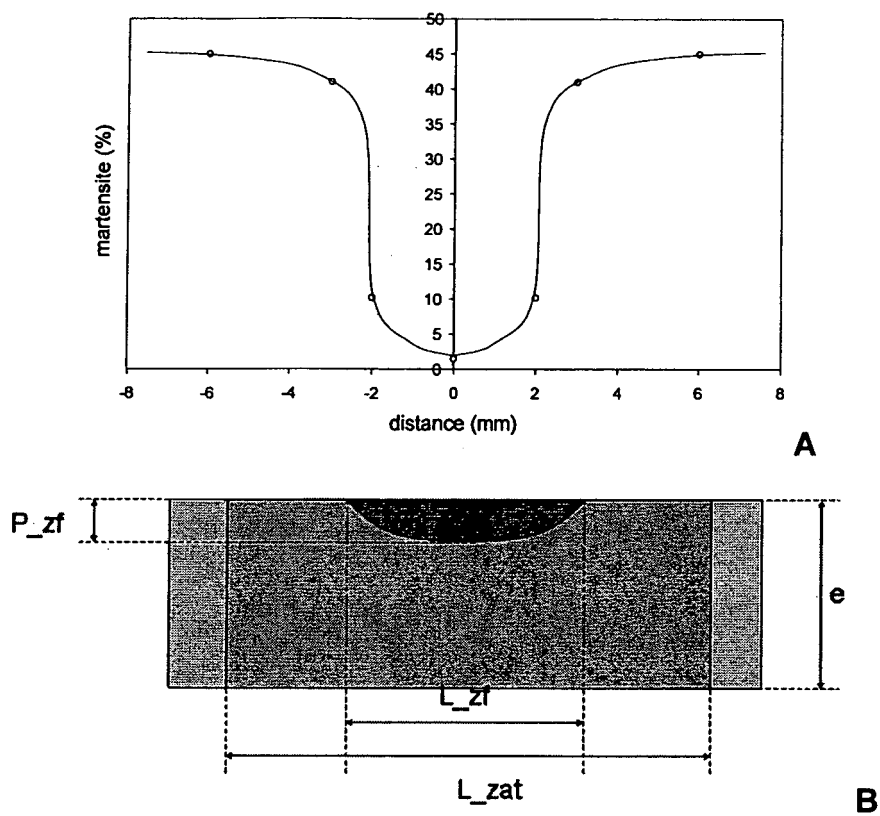


Figure 2

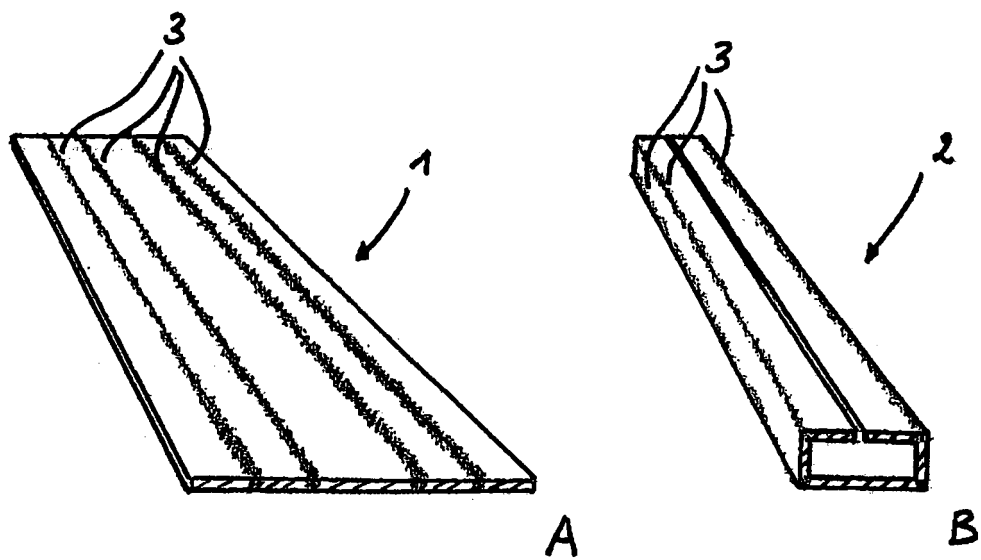


Figure 3

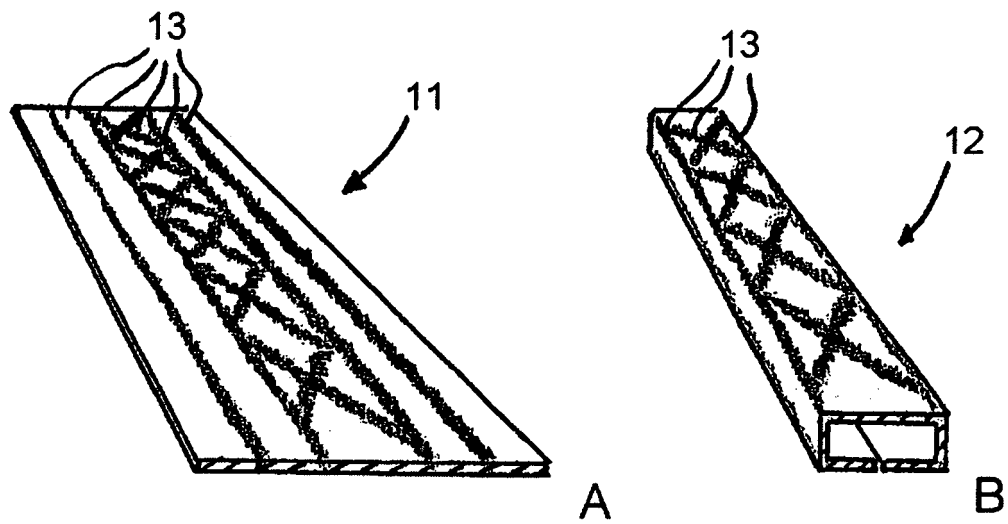


Figure 4

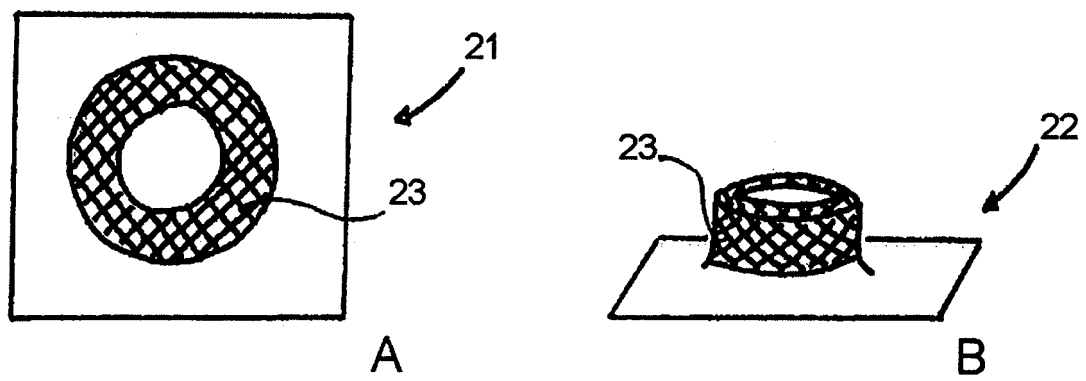


Figure 5

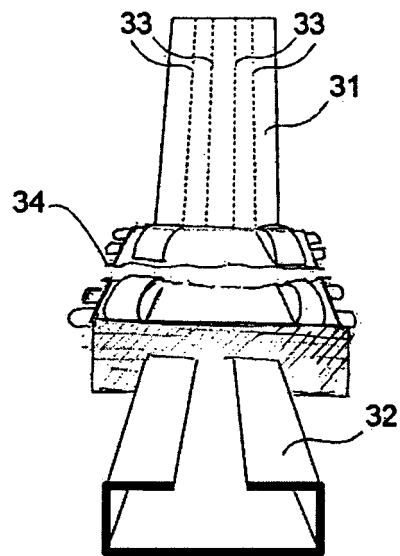


Figure 6

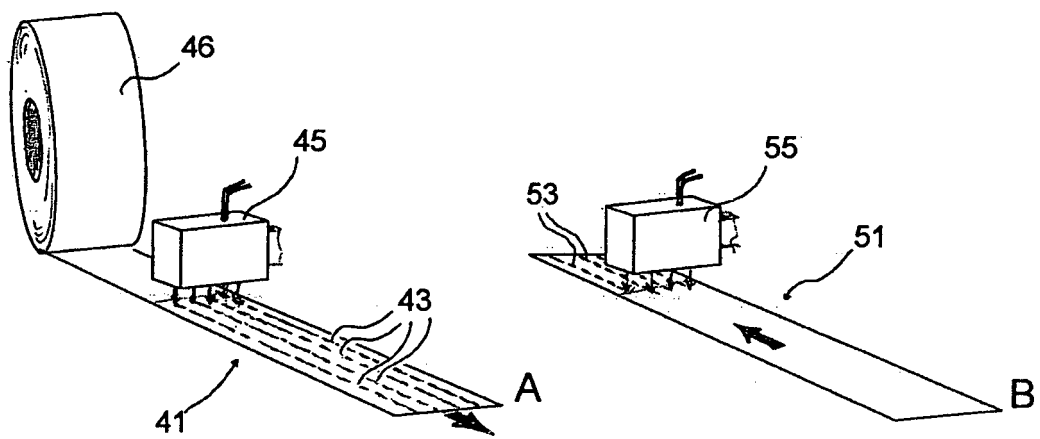


Figure 7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- DE 102006059885 [0004]
- FR 2864108 [0005]
- US 5735163 A [0006]