

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
13 décembre 2007 (13.12.2007)

PCT

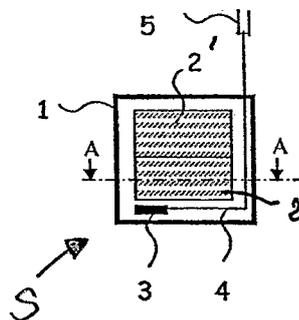
(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/141428 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
G01N 27/83 (2006.01) G01N 33/20 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/000942
- (22) Date de dépôt international : 7 juin 2007 (07.06.2007)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0605213 7 juin 2006 (07.06.2006) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : INSTITUT DE SOUDURE [FR/FR]; 90, rue des Vanesses, Z.I. Paris Nord 2, F-93420 Villepinte (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : CHAUVÉAU, Daniel, Roger [FR/FR]; 10, chemin de la Procession, F-60300 Aumont en Halatte (FR). CRESCENZO, Eric [FR/FR]; 9, rue E.D Baldus, F-71100 Chalons sur Saone (FR).
- (74) Mandataire : FOSSE, Danièle; Bletry & Associés, 23, rue du Renard, F-75004 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: NON-DESTRUCTIVE CONTROL DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING THE PRESENCE OF MAGNETIC MATERIAL IN MATERIALS WHICH ARE NON-MAGNETIC OR EXHIBIT MAGNETIC ANISOTROPY, EITHER CRYSTALLINE, OR OF THE METALLURGICAL STRUCTURE, FORM OR STRESS

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDE DE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF PERMETTANT DE DÉTERMINER LA PRÉSENCE DE MATÉRIAU MAGNÉTIQUE DANS DES MATÉRIEAUX NON MAGNÉTIQUE OU PRÉSENTANT UNE ANISOTROPIE MAGNÉTIQUE : CRISTALLINE, DE STRUCTURE METALLURGIQUE, DE FORME OU DE TENSION



(57) Abstract: The invention relates to a non-destructive control device for determining the presence of magnetic material in non-magnetic or ferromagnetic materials with or without magnetic anisotropy, and especially the existence of first steel or carbon weld passes in a stainless steel welding, said device comprising magnetic field generating means for magnetising the magnetic body to be detected, and magnetic field measuring means for measuring the variation of the magnetic current related to the presence of a magnetic anomaly localised in the material to be controlled. Said device comprises at least one measuring probe (S) arranged in such a way as to be positioned on or close to the material to be controlled, each measuring probe consisting of a box (1) containing magnetic field generating means, and at least one magnetic field measuring sensor (3) connected to a field-strength meter. The weldings are inspected *in situ*.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif destiné à un contrôle non destructif permettant de déterminer la présence de matériau magnétique dans des matériaux non magnétiques ou ferromagnétiques avec ou sans anisotropie magnétique, et en particulier l'existence de premières passes de soudures en acier au carbone dans une soudure en acier inoxydable, ledit dispositif comportant des moyens de génération d'un champ magnétique apte à aimanter le corps magnétique à détecter

[Suite sur la page suivante]



WO 2007/141428 A1



RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

et des moyens de mesure du champ magnétique pour mesurer la variation du flux magnétique liée à la présence d'une anomalie magnétique localisée dans le matériau à contrôler. L'invention consiste en ce qu'il comprend au moins une sonde de mesure (S) agencée pour être positionnée sur ou à proximité du matériau à contrôler, chaque sonde de mesure étant constituée d'un boîtier (1) dans lequel sont disposés les moyens de génération d'un champ magnétique et au moins un capteur de mesure de champ magnétique (3) raccordé à un mesureur de champ. Inspection de soudures sur site.

Dispositif et procédé de contrôle non destructif permettant de déterminer la présence de matériau magnétique dans des matériaux non magnétique ou présentant une anisotropie magnétique : cristalline, de structure métallurgique, de forme ou de tension

La présente invention concerne un dispositif et un procédé de contrôle non destructif permettant de déterminer la présence de matériau magnétique dans des matériaux non magnétique ou présentant une anisotropie magnétique : cristalline, de structure métallurgique, de forme ou de tension.

En effet, il arrive notamment que lors d'opération de soudage de matériaux en acier inoxydable, des erreurs surviennent dans le type du métal d'apport utilisé. Cette problématique se pose en particulier sur certains chantiers lors du soudage de tuyauteries, bacs de stockage, appareils à pression, canalisation cryogénique En effet, la première passe de soudage est parfois réalisée en acier au carbone au lieu de l'être en acier inoxydable, ce qui peut conduire à de sévères dégradations lors de l'utilisation des installations. Il est donc vital pour l'exploitant de disposer d'un outil fiable et rapide permettant en cas de suspicion de mal façon, d'effectuer un tri rapide et fiable des soudures réalisées. Ce problème peut survenir aussi bien en fabrication qu'en maintenance ou lors d'une réparation.

On connaît de nombreux procédés permettant de déterminer la présence de défauts et de pollutions dans des matériaux, en faisant appel notamment à une variation de champ magnétique au sein du matériau. Ces procédés sont destinés à relever des défauts de structure, en particulier au niveau de l'homogénéité, de la compacité du matériau.

Dans le brevet FR 2 736 719, on propose un procédé de contrôle de la compacité d'une couche de matériau magnétisable insérée au sein d'un ensemble de couches formant un flexible. Ainsi on magnétise d'abord la couche en matériau magnétique du produit et on mesure ensuite le champ magnétique résultant de cette aimantation rémanente, les variations dans cette mesure permettant de détecter les défauts éventuels de ladite couche par l'intérieur du flexible. On propose donc deux étapes successives l'une de magnétisation et l'autre de mesure. Par ailleurs, il est nécessaire de prévoir les moyens de génération du champ écartés des moyens de mesure de champ lors de la mesure, ce qui génère un encombrement. De plus, un tel dispositif est réalisé de sorte à pouvoir être utilisé par l'intérieur du flexible, ce qui n'est pas toujours possible en cas d'inspection.

Dans le document US 4 727 321 sont décrits un procédé et un dispositif pour un test magnétique et ultrasonore d'objets ferromagnétiques. Pour ce faire, le dispositif comporte des moyens de génération d'un champ magnétique pour causer des flux de dispersion en cas

d'anomalies, ces flux étant mesurés par au moins un capteur de champ magnétique et d'autres part des moyens de génération d'ondes ultrasonores, utilisant le champ magnétique au moyen d'un transducteur électrodynamique, ces ondes ultrasonores étant réfléchies par les anomalies structurelles et mesurées par ledit transducteur. Pour créer le champ magnétique, on utilise au moins deux aimants avec leur masse polaire à distance l'une de l'autre pointés vers le corps à tester, et positionnés diamétralement opposés l'un de l'autre sur le conduit à tester, un détecteur de champ magnétique étant agencé dans l'espace entre les masses polaires, à un emplacement proche de la surface du corps où les composants de champ sont à la fois perpendiculaires à la surface et s'étendant dans la direction de la surface et parallèles à celle-ci. On met en place le transducteur ayant une bobine émettrice, le transducteur comporte une bobine de réception qui est connectée à une première entrée de moyens logiques pour traiter les informations. Un tel dispositif est lourd à mettre en œuvre du fait sa structure et ne permet pas des contrôles sur site d'inspection.

Les documents US 5 145 637, US 2002/0033049 décrivent eux aussi l'utilisation à la fois de bobines à ultrasons et/ou à courants de Foucault pour réaliser une inspection non destructrice d'un matériau à la recherche de défauts.

On connaît également des dispositifs dans lesquels le champ magnétique en vue de la détection de défauts de structure est généré par des bobines tel que décrit dans GB 160 855 et FR 2 582 813 dans lequel on génère par une bobine un champ magnétique qui se propage dans la pièce à tester et un champ magnétique résultant génère un courant dans la bobine réceptrice, ce champ variant en fonction du taux de ferrites ferromagnétiques contenues dans le métal. L'utilisation de bobines implique une structure relativement lourde à mettre en œuvre (génération de courant, alimentation, etc.)

Dans les documents US 3 753 085, WO 2005/031336, on propose de créer une magnétisation bidirectionnelle au niveau de la zone d'inspection. On a encore proposé dans EP 0 831 323, un procédé pour tester sans destruction un échantillon constitué de deux matériaux magnétisables soudés. On applique un champ magnétique dans une direction perpendiculaire à la soudure. On détecte les défauts à l'aide d'un système d'axes à coordonnées. X, étant l'axe des de la longueur de la soudure, y étant l'axe parallèle à la magnétisation et Z, perpendiculaire à la surface de l'échantillon. Les défauts sont détectés par les mesures de gradients dans les composants du champ magnétique.

Là encore, pour ces trois solutions proposées, la structure est relativement encombrante et complexe à mettre en œuvre.

En effet, ces procédés sont généralement encombrants et difficiles à mettre en œuvre lors d'inspection sur site ou chantier. Par ailleurs, ces dispositifs ne concernent que la recherche de défauts de compacités (fissures) et ne visent pas à vérifier l'homogénéité métallurgique des matériaux employés

Dans US-A-6 320 375 est proposé un procédé de détection d'inclusions d'oxyde métallique de terre rare dans du titane et autres produits moulés en alliage non magnétique ou métallique. On propose ainsi d'utiliser un champ magnétique émanant d'une source de champ magnétique DC dans lequel le produit moulé est transparent alors que le défaut lié à une inclusion d'oxyde de métal de terre rare amplifie le champ à l'endroit du défaut, du fait de la réponse paramagnétique de l'oxyde de métal de terre rare. Selon une forme de réalisation proposée, un capteur de champ magnétique Hall est fixé à un aimant permanent tel que du type neodyme-fer-bore à haute densité d'énergie. La sensibilité et la résolution requises ainsi que la profondeur d'évaluation peuvent être ajustées par rapport à des données concernant des inclusions à des profondeurs diverses sur des épaisseurs de matériaux connues. Ceci peut être optimisé en changeant l'orientation du dipôle magnétique, la longueur du dipôle, la force « polaire » du dipôle, l'orientation du capteur par rapport à l'orientation du dipôle. Un tel dispositif de contrôle n'est toutefois envisagé que sur des matériaux non ferreux, sur la base de la détection de la réponse paramagnétique de l'oxyde de métal de terre rare et ne peut être mis en œuvre tel que, pour rechercher le ferromagnétisme d'une pollution notamment lorsque l'on doit détecter cette pollution dans un milieu pouvant lui-même être ferromagnétique comme c'est le cas dans la zone fondue de certaines nuances d'acier inoxydable.

Différentes autres solutions ont été investiguées pour rechercher la présence de première passe carbonées dans les soudures en acier inoxydables comme par exemple l'emploi de simples aimants permanents, de courants de Foucault. Celles-ci ne permettent toutefois pas d'obtenir de valeur numérique directement représentative de la présence de l'anomalie et de sa position dans l'épaisseur du cordon de soudure et sont limitées au contrôle de la proche surface. Elles peuvent être influencés par le taux aléatoire de ferrite présent dans la soudure et ne délivrent pas un résultat instantané.

La présente invention permet de remédier à ces inconvénients en proposant un dispositif complet et portable permettant d'inspecter un matériau présentant une épaisseur importante. Elle vise également un procédé de contrôle permettant d'effectuer instantanément un diagnostic de conformité par rapport à des valeurs de référence déterminées sur des cales d'étalonnage et/ou des échantillons représentatifs des soudures à inspecter. Elle exploite la mesure de variation de flux magnétique liée à la présence d'une anomalie magnétique localisée dans le matériau à inspecter.

A cet effet, l'invention concerne un dispositif destiné à un contrôle non destructif permettant de déterminer la présence de matériau magnétique dans des matériaux non magnétiques ou ferromagnétiques avec ou sans anisotropie magnétique, et en particulier l'existence de premières passes de soudures en acier au carbone dans une soudure en acier inoxydable, ledit dispositif comportant des moyens de génération d'un champ magnétique apte à aimanter le corps magnétique à détecter et des moyens de mesure du champ magnétique pour mesurer la variation du flux magnétique liée à la présence d'une anomalie magnétique localisée dans le matériau à contrôler, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une sonde de mesure agencée pour être positionnée sur ou à proximité du matériau à contrôler, chaque sonde de mesure étant constituée d'un boîtier dans lequel sont disposés les moyens de génération d'un champ magnétique et au moins un capteur de mesure de champ magnétique raccordé à un mesureur de champ.

De manière avantageuse, un dispositif selon l'invention comportant au moins une telle sonde permet d'obtenir dans un encombrement réduit, la force d'aimantation nécessaire pour générer le champ magnétique ainsi que la mesure de la variation du flux magnétique liée à la présence d'une anomalie magnétique localisée dans le matériau à contrôler même lorsque l'épaisseur du matériau à contrôler est importante. On peut donc avoir un dispositif à plusieurs sondes.

En outre, le dispositif selon l'invention permet d'effectuer un contrôle de pièces même en cas d'accès limité, il n'est en effet pas besoin d'avoir accès des deux côtés (intérieur/extérieur) de la pièce puisqu'une ou plusieurs sondes peuvent être placées sur ou au voisinage du cordon de soudure et ce même si la pièce est revêtue d'un isolant non magnétique tel qu'un revêtement, une peinture, et similaires.

Le dispositif selon l'invention comporte en outre des moyens de traitement et analyses des mesures collectées. Les traitements et analyses des mesures collectées sont des comparaisons des valeurs mesurées entre les positions, orientations ou directions de sondes et entre les cales d'étalonnage ou soudures de référence et la soudure à inspecter, contrôler qui sont effectuées soit manuellement soit automatiquement par opérations algébriques et/ou logiques à l'aide d'un circuit électronique tel qu'un microprocesseur qui peut être directement intégré au mesureur de champ.

Les moyens de génération du champ magnétique peuvent être constitués d'un ou plusieurs aimants de forte puissance préférentiellement de type fer-terres rares (néodyme-fer-bore), superposés ou non, avec ou sans dispositif de canalisation des lignes de champ. Ces

moyens sont adaptés à l'épaisseur du matériau à contrôler afin d'optimiser leur force magnétique.

Les moyens de mesure du champ magnétique peuvent comprendre au moins un capteur de mesure de champ magnétique tels que ceux à effet hall, magnétorésistance.

De préférence, chaque sonde comporte plusieurs capteurs de mesure de champ magnétique disposés au dessus, entre, ou au dessous des aimants en tant que moyens de génération de champ magnétique et également disposés selon des directions, orientations et positions différentes dans l'espace par rapport auxdits moyens de génération de champ magnétique.

De plus, dans chaque sonde, les capteurs de mesure de champ magnétique sont avantageusement positionnés décalés par rapport au flux magnétique créé par les aimants.

Un tel agencement d'aimants permanents et de capteurs de mesure de champs magnétiques dans chaque sonde permet donc d'obtenir une sonde d'encombrement restreint et présentant toutes les propriétés nécessaires à la détection d'une variation du flux magnétique liée à la présence d'une anomalie magnétique localisée dans le matériau à contrôler même lorsque l'épaisseur du matériau à contrôler est importante et présente un certain ferromagnétisme.

Ainsi, par exemple une sonde peut comporter deux capteurs de mesure de champ magnétique mesurant la composante normale du champ, lesdits capteurs étant positionnés dans le même plan sous le premier aimant, côté pièce à contrôler, et disposés suivant deux directions orthogonales. On peut également prévoir que chaque sonde comporte deux capteurs de mesure de champ magnétique dont l'un est placé sous le premier aimant côté pièce à contrôler et l'autre au-dessus de l'aimant le plus éloigné de ladite pièce.

De manière préférée, le ou les capteurs de mesure de champ magnétique sont disposés de façon à ménager un entrefer avec la face d'un des aimants.

Chaque capteur de mesure de champ magnétique est de préférence raccordé à un mesureur de champ par un câble de liaison blindé et par l'intermédiaire d'un connecteur.

Le dispositif comporte en outre des moyens de mémorisation des mesures effectuées et de comparaison arithmétique et/ou logiques de celles-ci.

Chaque sonde peut comporter en outre dans le même boîtier un transducteur ultrasonore dont le résultat de mesure est utilisé pour optimiser la valeur de seuil permettant de statuer sur la conformité de la pièce à inspecter. Le transducteur ultrasonore est à effet magnéto acoustique (EMAT) et en ce qu'il exploite les mêmes aimants permanents que ceux utilisés pour générer le champ magnétique.

Le dispositif peut comporter en outre un capteur à courant de Foucault permettant de séparer l'influence des paramètres perturbateurs.

De préférence, à chaque sonde est associé un codeur de déplacement. Ainsi, il est possible de réaliser le positionnement à posteriori des mesures de champ effectuées dans un référentiel lié à la pièce inspectée.

L'invention concerne également un procédé de contrôle non destructif permettant de déterminer la présence de matériau magnétique dans des matériaux non magnétiques ou ferromagnétiques avec ou sans anisotropie magnétique, tels que des soudures et en particulier l'existence de premières passes de soudures en acier au carbone dans une soudure en acier inoxydable à l'aide du dispositif selon l'invention, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes consistant à :

- vérifier l'efficacité de l'équipement sur des cales d'étalonnage,
- caler le zéro dans l'air loin de toute source de champ magnétique autre que le champ terrestre,
- déplacer de manière longitudinale et/ou transversale, en continu ou pas à pas la (les) sonde(s) sur ou à proximité de la soudure à inspecter sur la pièce et mesurer les différentes valeurs de champ telles que H_i et H_j ,
- comparer les mesures de champs directs effectuées simultanément ou successivement suivant des directions différentes, telles qu'en particulier deux directions orthogonales, notamment suivant l'axe du cordon de soudure H_i et une direction perpendiculaire H_j , la sonde pouvant être appliquée directement sur la pièce à contrôler ou au moyen d'un embout solidaire d'épaisseur adaptée à la pièce à contrôler,
- repérer ou mémoriser les zones excédant les valeurs de référence déterminées ou calculées lors d'une phase de calibration préalable et
- déterminer les longueurs défectueuses soit manuellement, soit à partir d'un enregistrement lorsque la sonde a été utilisée en association avec un codeur de déplacement.

De préférence, on exploite le champ rémanent au lieu du champ direct, que les mesures soient effectuées avant ou après démagnétisation locale de la zone à inspecter.

De manière avantageuse, la phase 7 de calibration préalable consiste en les étapes suivantes consistant à :

- a) calibrer le mesureur de champ consistant à obtenir 100, ou toute autre valeur en puissance ou multiple de 10, lorsque la sonde est appliquée sur un échantillon ferromagnétique et 0 dans l'air (B) ou sur un matériau non magnétique avec ou sans pièce intercalaire,
- b) tracer une courbe d'étalonnage en superposant une ou plusieurs cales d'épaisseur différente en matériau non magnétique ou représentatif du matériau à inspecter sur une cale en acier ferromagnétique et en effectuant successivement des mesures en plaçant la sonde en position C de façon à obtenir une corrélation entre les valeurs de champs mesurés et la profondeur à laquelle se trouve l'acier ferromagnétique,
- c) réaliser des mesures de références effectuée à l'aide de la sonde suivant différentes directions de contrôle et/ou position sur un échantillon réputé conforme et sur un échantillon réputé non conforme et déterminer les valeurs seuils par combinaison d'opération algébriques et/ou logiques entre ces valeurs, la courbe d'étalonnage déterminée suivant b) pouvant être associée à cette combinaison, lesdites mesures de référence pouvant être effectuées en exploitant le champ direct ou le champ rémanent, avant ou après démagnétisation.

On décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, une forme d'exécution de la présente invention, en référence au dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 est une vue schématique d'un schéma bloc montrant l'association d'une ou plusieurs sondes, d'un codeur de déplacement solidaire de la ou des sondes ainsi que les éléments électroniques pouvant être mis en œuvre dans une forme d'exécution complète suivant l'invention,
- la figure 2 représente une vue en coupe longitudinale d'un premier exemple de sonde d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 3 représente une vue du dessous d'un deuxième exemple de sonde d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 4 représente une vue du dessous d'un troisième exemple de sonde d'un dispositif selon l'invention ;
- les figures 5 et 6 représentent les principales phases de la phase de calibration et du procédé de contrôle suivant l'invention.

Une sonde S suivant l'invention qui est représentée sur la figure 2 est préférentiellement constituée d'un boîtier 1 réalisé en matériau non magnétique dans lequel est placé un ou plusieurs aimants permanents 2 de forte puissance. Dans l'exemple représenté, on a superposé deux aimants permanents 2, 2'. Dans le cas d'une forte épaisseur à contrôler, des

dispositifs de canalisation des lignes de champ en matériau ferromagnétique peuvent être ajoutés.

Au dessus, entre, ou au dessous des aimants 2 sont positionnés un ou plusieurs capteurs 3, 3' suivant des directions qui peuvent être différentes. Ainsi qu'on peut le voir à la figure 2, un capteur 3 de mesure de champ magnétique est positionné au-dessous de l'aimant permanent 2 de sorte à se trouver entre celui-ci et la pièce à inspecter. On pourrait également prévoir un second capteur positionné de l'autre côté de la sonde au-dessus de l'aimant permanent 2', ou encore un autre capteur entre les deux aimants 2 et 2'.

Ainsi qu'on peut le voir à la figure 3, deux capteurs 3, 3' sont placés au-dessous de l'aimant 2 selon deux directions différentes ce qui permet de mesurer les valeurs ou les variations de champs magnétiques.

Le ou les capteurs 3, 3' sont raccordés par un câble de liaison blindé 4 par l'intermédiaire d'un connecteur 5 au mesureur de champ 7 du dispositif.

Il est avantageux de décaler les capteurs 3, 3' par rapport au flux magnétique maximum créé par les aimants 2, 2' et/ou de les disposer de façon à ménager un entrefer par rapport à la face de l'aimant 2 afin d'éviter la saturation des capteurs et d'augmenter leur sensibilité.

En fonction de la profondeur à laquelle se trouve l'acier carbone à détecter, on peut optimiser les performances de la sonde en jouant sur :

- la puissance des aimants,
- l'emploi ou non de dispositif de canalisation des lignes de champ,
- le type et sensibilité des capteurs,
- le nombre, position, direction et orientation desdits capteurs,
- le mode de mesure : absolue ou différentiel par exemple à l'aide de deux sondes,
- l'entrefer entre la sonde et le matériau à contrôler (par exemple la soudure).

Le dispositif suivant l'invention est prévu pour pouvoir effectuer et traiter les mesures suivant le principe du schéma bloc de la figure 1 soit à l'aide d'un ensemble de mémoires et microprocesseur intégrés dans le mesureur de champ soit à l'aide d'un micro-ordinateur relié au mesureur de champ. Les mesures effectuées au niveau du ou des capteurs 3, 3' placés dans une ou plusieurs sondes S sont effectuées à l'aide d'un mesureur de champ 7 qui peut être doté de plusieurs voies de mesures. Les mesures sont soit directement traitées manuellement à partir d'une lecture visuelle sur l'écran du mesureur de champ, soit traitées automatiquement :

- par comparaison de valeurs mesurées entre différents capteurs 3, 3' placés dans la même sonde,
- par comparaison réalisées par opérations algébriques et/ou logiques effectuées entre sonde et/ou capteurs,
- par comparaison avec des valeurs de référence mémorisées dans le dispositif pouvant tenir compte de l'épaisseur réelle de la soudure mesurée par ultrasons à l'aide d'un transducteur ultrasonore (Trad.US).

Suivant une version de l'invention, il est possible de déclencher automatiquement une alarme sonore ou visuelle ou de présenter les résultats tel qu'illustré sur le diagramme de la figure 6. Dans ce dernier cas, la ou les sondes S de mesure (Figures 2, 3 et 4) sont rendues solidaires d'un codeur de déplacement 8, lequel après lecture et mémorisation dans une mémoire tampon autorise le positionnement à posteriori des mesures de champ effectuées dans un référentiel lié à la pièce inspectée.

La phase de calibration selon l'invention, permet de s'affranchir notablement de la variation du taux de ferrite dans la soudure. Cette phase est schématisée en figure 5, et consiste à ajuster les réglages du mesureur de champ de telle sorte qu'il affiche la valeur d'un multiple de 10 lorsque la sonde (position A) est placée sur une tôle en acier carbone 10 et 0 lorsque la sonde est placée dans l'air (position B) ou sur un matériau non magnétique loin de toute pièce ferromagnétique magnétique avec ou sans pièce intercalaire. Dans un des modes de réalisation de l'invention, on peut ainsi obtenir des valeurs de signe différent (+/-) entre les zones défectueuses et les autres.

Une estimation de la valeur seuil permettant de statuer sur la présence d'une passe en acier carbone est déterminée en plaçant une ou plusieurs cales 20 en acier inoxydable de même nuance que celle du métal de base constituant le composant soudé à inspecter. L'épaisseur cumulée des cales 20 en acier inoxydables est équivalente à l'épaisseur de métal fondu situé au-dessus de la passe en acier carbone.

Cette valeur de référence est particulièrement utile dans le cas des soudures réalisées sur acier inoxydable à faible taux de ferrite. Lorsque la soudure comporte un taux de ferrite élevée, la procédure suivant l'invention nécessite de déterminer des valeurs de référence suivant deux directions différentes de préférence orthogonales comme par exemple dans le sens du cordon (H_i) et perpendiculairement à ce dernier (H_j). On place alors la sonde S sur une pièce ou un échantillon réputé sain 30 et représentatif de la soudure à inspecter et l'on mémorise les valeurs mesurées (H_i et H_j) pour cette position. On répète l'opération précédente sur une pièce ou un échantillon comportant une passe en acier carbone 40 et l'on mémorise

également les valeurs mesurées. Les valeurs absolues de ces mesures et/ou les résultats des opérations algébriques et ou logiques entre ces valeurs sont généralement bien plus faibles comparées à ce qui est mesurée en présence d'une passe en acier au carbone. Cette façon de procéder permet de limiter l'influence des phénomènes d'anisotropie magnétique préférentielle de la structure soudée.

Lorsque les valeurs de référence ont été déterminées comme précédemment décrit, l'inspection des soudures suspectes peut être entreprise. Les principales opérations du procédé de contrôle selon l'invention illustrée en figure 6 sont les suivantes :

- a) vérification de l'efficacité de l'équipement sur les cales d'étalonnage,
- b) calage du zéro dans l'air loin de toute source de champ magnétique autre que le champ terrestre,
- c) déplacement de manière longitudinale et/ou transversale, continu ou pas à pas de la (les) sondes S sur ou à proximité de la soudure 50 à inspecter existante sur la pièce P et mesures des différentes valeurs de champ comme par exemple H_i et H_j ,
- d) comparaison des mesures de champ effectuées simultanément ou successivement suivant des directions différentes dont en particulier deux directions orthogonales (notamment suivant l'axe du cordon de soudure H_i et une direction perpendiculaire H_j),
- e) repérage ou mémorisation des zones excédant les valeurs de référence déterminées ou calculées lors de la phase de calibration et détermination des longueurs défectueuses soit manuellement, soit à partir d'un enregistrement E lorsque la sonde a été utilisée en association avec un codeur de déplacement 8.

Le procédé de contrôle peut être appliqué en exploitant le champ direct et/ou rémanent avant et/ou après démagnétisation des pièces. En cas de mesures incohérentes, l'exploitation des valeurs de champ rémanent peut être effectuée et dans les cas les plus difficiles, les mesures sont refaites après désaimantation locale avec un moyen approprié des zones à inspecter.

Si la sonde utilisée comporte un transducteur ultrasonore, les valeurs mesurées peuvent être comparées automatiquement aux valeurs seuils de référence en fonction de la mesure d'épaisseur effectuée sur la soudure.

Selon une variante de l'invention, le transducteur ultrasonore utilisé est à effet magnéto acoustique EMAT (Electromagnetic Acoustic Transducer). En effet il est possible de tirer profit de l'aimantation existante pour générer l'onde ultrasonore.

Selon une autre disposition de l'invention, un capteur courant de Foucault est intégré dans la sonde afin de séparer les paramètres influents.

L'invention n'est bien entendu pas limitée aux exemples donnés mais englobe également toutes les variantes définies dans les revendications dépendantes.

Revendications

1. Dispositif destiné à un contrôle non destructif permettant de déterminer la présence de matériau magnétique dans des matériaux non magnétiques ou ferromagnétiques avec ou sans anisotropie magnétique, et en particulier l'existence de premières passes de soudures en acier au carbone dans une soudure en acier inoxydable, ledit dispositif comportant des moyens de génération d'un champ magnétique apte à aimanter le corps magnétique à détecter et des moyens de mesure du champ magnétique pour mesurer la variation du flux magnétique liée à la présence d'une anomalie magnétique localisée dans le matériau à contrôler, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une sonde de mesure (S) agencée pour être positionnée sur ou à proximité du matériau à contrôler, chaque sonde de mesure (S) étant constituée d'un boîtier (1) dans lequel sont disposés les moyens de génération d'un champ magnétique(2, 2') et au moins un capteur de mesure de champ magnétique (3, 3') raccordé à un mesureur de champ.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de traitement et d'analyse des mesures collectées à partir de la ou desdites sondes.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les moyens de génération d'un champ magnétique sont constitués par au moins un aimant permanent (2, 2') de forte puissance,
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque sonde (S) comporte plusieurs capteurs de mesure de champ magnétique (3, 3') disposés selon des directions, orientations et positions différentes dans l'espace par rapport aux moyens de génération de champ magnétique.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, dans chaque sonde (S), le ou les capteurs de mesure de champ magnétique sont positionnés décalés par rapport au flux magnétique créé par les aimants.
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une sonde (S) comporte deux capteurs de mesure de champ magnétique (3, 3') mesurant la composante normale du champ, lesdits capteurs étant positionnés dans le même plan sous le premier aimant, côté pièce à contrôler, et disposés suivant deux directions orthogonales.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque sonde (S) comporte deux capteurs de mesure de champ magnétique dont l'un est placé sous le premier aimant côté pièce à contrôler et l'autre au-dessus de l'aimant le plus éloigné de ladite pièce.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que le ou les capteurs magnétiques (3, 3') sont disposés de façon à ménager un entrefer avec la face d'un des aimants (2, 2').
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de mémorisation des mesures effectuées et des moyens de comparaison arithmétique et/ou logiques de celles-ci.
10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte un microprocesseur pouvant être directement intégré au mesureur de champ (7).
11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que chaque sonde (S) comporte en outre dans le même boîtier (1) un transducteur ultrasonore dont le résultat de mesure est utilisé pour optimiser la valeur de seuil permettant de statuer sur la conformité de la pièce à inspecter.
12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le transducteur ultrasonore est à effet magnéto acoustique (EMAT) et en ce qu'il exploite les mêmes aimants permanents que ceux utilisés pour générer le champ magnétique.
13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un capteur à courant de Foucault permettant de séparer l'influence des paramètres perturbateurs.
14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'à chaque sonde est associé un codeur de déplacement.
15. Procédé de contrôle non destructif permettant de déterminer la présence de matériau magnétique dans des matériaux non magnétiques ou ferromagnétiques avec ou sans anisotropie magnétique, tels que des soudures et en particulier l'existence de premières passes

de soudures en acier au carbone dans une soudure en acier inoxydable à l'aide du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 14,

caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes consistant à :

- vérifier l'efficacité de l'équipement sur des cales d'étalonnage,
- caler le zéro dans l'air loin de toute source de champ magnétique autre que le champ terrestre,
- déplacer de manière longitudinale et/ou transversale, en continu ou pas à pas, la (les) sonde(s) (S) sur ou à proximité de la soudure à inspecter sur la pièce (P) et mesurer les différentes valeurs de champ telles que H_i et H_j ,
- comparer les mesures de champs directs effectuées simultanément ou successivement suivant des directions différentes, telles qu'en particulier deux directions orthogonales, notamment suivant l'axe du cordon de soudure H_i et une direction perpendiculaire H_j , la sonde (S) pouvant être appliquée directement sur la pièce (P) à contrôler ou au moyen d'un embout solidaire d'épaisseur adaptée à la pièce à contrôler,
- repérer ou mémoriser les zones excédant les valeurs de référence déterminées ou calculées lors d'une phase de calibration préalable et
- déterminer les longueurs défectueuses soit manuellement, soit à partir d'un enregistrement (E) lorsque la sonde (S) a été utilisée en association avec un codeur de déplacement.

16. Procédé de contrôle selon la revendication 15,

caractérisé en ce qu'on exploite le champ rémanent au lieu du champ direct, que les mesures soient effectuées avant ou après démagnétisation locale de la zone à inspecter.

17. Procédé de contrôle selon l'une des revendications 15 et 16,

caractérisé en ce que la phase de calibration préalable consiste en les étapes suivantes consistant à :

- a) calibrer le mesureur de champ consistant à obtenir 100, ou toute autre valeur en puissance ou multiple de 10, lorsque la sonde est appliquée (A) sur un échantillon ferromagnétique (10) et 0 dans l'air (B) ou sur un matériau non magnétique avec ou sans pièce intercalaire,
- b) tracer une courbe d'étalonnage en superposant une ou plusieurs cales (20) d'épaisseur différente en matériau non magnétique ou représentatif du matériau à inspecter sur une cale en acier ferromagnétique (20) et en effectuant successivement des mesures en plaçant la sonde en position (C) de façon à obtenir une corrélation entre les valeurs de champs mesurés et la profondeur à laquelle se trouve l'acier ferromagnétique,
- c) réaliser des mesures de références effectuée à l'aide de la sonde (S) suivant différentes directions de contrôle et/ou position sur un échantillon réputé conforme et sur un échantillon réputé non conforme et déterminer les valeurs seuils par combinaison d'opération algébriques et/ou logiques entre ces valeurs, la courbe d'étalonnage déterminée suivant b) pouvant être

associée à cette combinaison, lesdites mesures de référence pouvant être effectuées en exploitant le champ direct ou le champ rémanent, avant ou après démagnétisation.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'on obtient des valeurs de signe différent (+/-) entre les zones défectueuses et les autres.

1/2

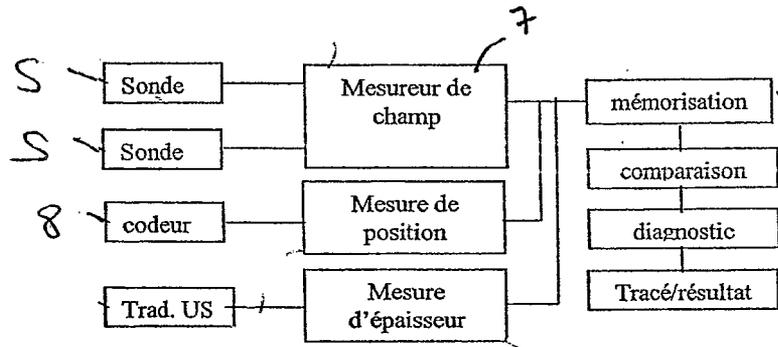


Fig 1

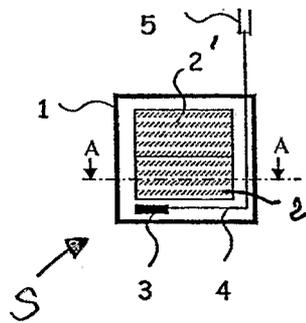


Fig 2

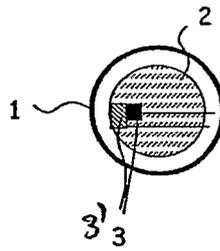


Fig 3

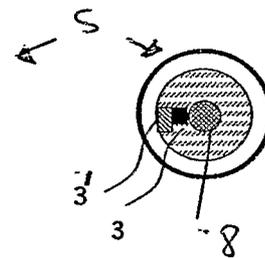


Fig 4

2/2

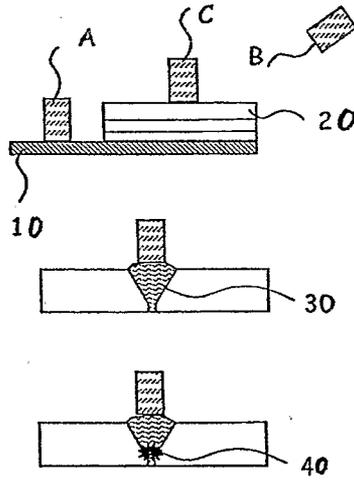


Fig 5

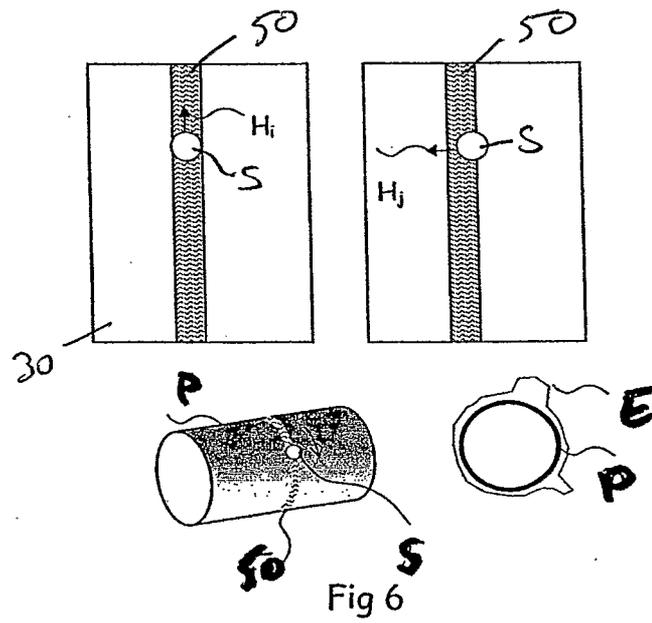


Fig 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2007/000942

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N27/83 G01N33/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	GB 1 184 663 A (INTERNAT COMB HOLDINGS LTD [GB]) 18 March 1970 (1970-03-18) page 1, lines 9-52 page 2, lines 11-112 page 3, lines 4-6	1 15 2-14, 16-18
X Y A	US 2002/033049 A1 (AMINI BIJAN K [US]) 21 March 2002 (2002-03-21) abstract paragraphs [0006], [0007], [0029] - [0032], [0041], [0043], [0072], [0084], [0086], [0088], [0089], [0097], [0098], [0103], [0109], [0115]; figures 4A, 4B, 12, 13	1-4 15 5-14, 16-18

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 October 2007

Date of mailing of the international search report

06/11/2007

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Filipas, Alin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2007/000942

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 582 813 A1 (FRAMATOME SA [FR]) 5 December 1986 (1986-12-05)	1
A	abstract page 2, line 16 - page 4, line 12	15
X	GB 160 855 A (EDGAR WALFORD MARCHANT) 7 April 1921 (1921-04-07)	1
A	page 1, line 7 - page 2, line 98 page 3, lines 18-91	15-18
X	WO 2005/031336 A (FACHHOCHSCHULE OLDENBURG OSTFR [DE]; ROTHE RUEDIGER [DE]; SEILER CARST) 7 April 2005 (2005-04-07)	1
A	abstract page 2, lines 12-23 page 5, line 16 - page 8, line 29	15-18
A	EP 0 831 323 A (ROHRNETZBAU GMBH RBG [DE]) 25 March 1998 (1998-03-25)	15,16
	abstract column 1, line 18 - column 2, line 26 column 3, lines 29-40 column 6, line 7 - column 7, line 32; figures 1,2	
A	US 6 320 375 B1 (COTTON JAMES D [US] ET AL) 20 November 2001 (2001-11-20)	1-18
	abstract column 1, lines 9-12 column 3, lines 8-29 column 3, line 53 - column 4, line 67	
A	FR 2 736 719 A1 (COFLEXIP [FR]) 17 January 1997 (1997-01-17)	1,15
	abstract page 14, lines 14-35 page 16, lines 27-30 page 17, line 31 - page 19, line 33 page 22, lines 6-11 page 28, line 32 - page 29, line 26 page 34, lines 15-32 page 35, lines 4-17	
A	US 4 727 321 A (HUESCHELRATH GERHARD [DE]) 23 February 1988 (1988-02-23)	1,14,15
	abstract column 1, lines 27-35 column 2, line 64 - column 3, line 13 column 4, line 27 - column 5, line 10 column 8, lines 37-49 column 9, lines 3-36	
	----- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2007/000942

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 145 637 A (RICHARDSON DAVID L [US] ET AL) 8 September 1992 (1992-09-08) abstract column 4, line 48 - column 6, line 6 column 7, lines 16-18 column 7, line 66 - column 8, line 19 -----	1,14-16
A	US 3 753 085 A (MORTON A ET AL) 14 August 1973 (1973-08-14) abstract column 1, lines 36-62 column 2, lines 38-41 column 3, lines 11-29 column 3, line 60 - column 4, line 11 column 6, lines 51-57 column 7, lines 34-37 -----	1,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2007/000942

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1184663	A	18-03-1970	NONE	
US 2002033049	A1	21-03-2002	NONE	
FR 2582813	A1	05-12-1986	CN 86103716 A	11-02-1987
GB 160855	A	07-04-1921	NONE	
WO 2005031336	A	07-04-2005	DE 10345128 B3	19-05-2005
EP 0831323	A	25-03-1998	DE 19638776 A1	02-04-1998
US 6320375	B1	20-11-2001	NONE	
FR 2736719	A1	17-01-1997	AU 696274 B2	03-09-1998
			AU 6521196 A	10-02-1997
			BR 9609514 A	23-02-1999
			CA 2226631 A1	30-01-1997
			DE 69624708 D1	12-12-2002
			DK 838031 T3	03-03-2003
			EP 0838031 A1	29-04-1998
			WO 9703353 A1	30-01-1997
			NO 980098 A	10-03-1998
			US 6037767 A	14-03-2000
US 4727321	A	23-02-1988	DE 3515977 A1	06-11-1986
			EP 0200183 A2	05-11-1986
US 5145637	A	08-09-1992	NONE	
US 3753085	A	14-08-1973	CA 959937 A1	24-12-1974

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2007/000942

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01N27/83 G01N33/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X Y A	GB 1 184 663 A (INTERNAT COMB HOLDINGS LTD [GB]) 18 mars 1970 (1970-03-18) page 1, ligne 9-52 page 2, ligne 11-112 page 3, ligne 4-6	1 15 2-14, 16-18
X Y A	US 2002/033049 A1 (AMINI BIJAN K [US]) 21 mars 2002 (2002-03-21) abrégé alinéas [0006], [0007], [0029] - [0032], [0041], [0043], [0072], [0084], [0086], [0088], [0089], [0097], [0098], [0103], [0109], [0115]; figures 4A, 4B, 12, 13	1-4 15 5-14, 16-18
----- -/--		

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 octobre 2007

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

06/11/2007

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Filipas, Alin

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2007/000942

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 582 813 A1 (FRAMATOME SA [FR]) 5 décembre 1986 (1986-12-05)	1
A	abrégé page 2, ligne 16 - page 4, ligne 12	15
X	GB 160 855 A (EDGAR WALFORD MARCHANT) 7 avril 1921 (1921-04-07)	1
A	page 1, ligne 7 - page 2, ligne 98 page 3, ligne 18-91	15-18
X	WO 2005/031336 A (FACHHOCHSCHULE OLDENBURG OSTFR [DE]; ROTHE RUEDIGER [DE]; SEILER CARST) 7 avril 2005 (2005-04-07)	1
A	abrégé page 2, ligne 12-23 page 5, ligne 16 - page 8, ligne 29	15-18
A	EP 0 831 323 A (ROHRNETZBAU GMBH RBG [DE]) 25 mars 1998 (1998-03-25)	15,16
	abrégé colonne 1, ligne 18 - colonne 2, ligne 26 colonne 3, ligne 29-40 colonne 6, ligne 7 - colonne 7, ligne 32; figures 1,2	
A	US 6 320 375 B1 (COTTON JAMES D [US] ET AL) 20 novembre 2001 (2001-11-20)	1-18
	abrégé colonne 1, ligne 9-12 colonne 3, ligne 8-29 colonne 3, ligne 53 - colonne 4, ligne 67	
A	FR 2 736 719 A1 (COFLEXIP [FR]) 17 janvier 1997 (1997-01-17)	1,15
	abrégé page 14, ligne 14-35 page 16, ligne 27-30 page 17, ligne 31 - page 19, ligne 33 page 22, ligne 6-11 page 28, ligne 32 - page 29, ligne 26 page 34, ligne 15-32 page 35, ligne 4-17	
A	US 4 727 321 A (HUESCHELRATH GERHARD [DE]) 23 février 1988 (1988-02-23)	1,14,15
	abrégé colonne 1, ligne 27-35 colonne 2, ligne 64 - colonne 3, ligne 13 colonne 4, ligne 27 - colonne 5, ligne 10 colonne 8, ligne 37-49 colonne 9, ligne 3-36	
	----- -/--	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2007/000942

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 145 637 A (RICHARDSON DAVID L [US] ET AL) 8 septembre 1992 (1992-09-08) abrégé colonne 4, ligne 48 - colonne 6, ligne 6 colonne 7, ligne 16-18 colonne 7, ligne 66 - colonne 8, ligne 19 -----</p>	1, 14-16
A	<p>US 3 753 085 A (MORTON A ET AL) 14 août 1973 (1973-08-14) abrégé colonne 1, ligne 36-62 colonne 2, ligne 38-41 colonne 3, ligne 11-29 colonne 3, ligne 60 - colonne 4, ligne 11 colonne 6, ligne 51-57 colonne 7, ligne 34-37 -----</p>	1, 15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2007/000942

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
GB 1184663	A	18-03-1970	AUCUN		
US 2002033049	A1	21-03-2002	AUCUN		
FR 2582813	A1	05-12-1986	CN	86103716 A	11-02-1987
GB 160855	A	07-04-1921	AUCUN		
WO 2005031336	A	07-04-2005	DE	10345128 B3	19-05-2005
EP 0831323	A	25-03-1998	DE	19638776 A1	02-04-1998
US 6320375	B1	20-11-2001	AUCUN		
FR 2736719	A1	17-01-1997	AU	696274 B2	03-09-1998
			AU	6521196 A	10-02-1997
			BR	9609514 A	23-02-1999
			CA	2226631 A1	30-01-1997
			DE	69624708 D1	12-12-2002
			DK	838031 T3	03-03-2003
			EP	0838031 A1	29-04-1998
			WO	9703353 A1	30-01-1997
			NO	980098 A	10-03-1998
			US	6037767 A	14-03-2000
US 4727321	A	23-02-1988	DE	3515977 A1	06-11-1986
			EP	0200183 A2	05-11-1986
US 5145637	A	08-09-1992	AUCUN		
US 3753085	A	14-08-1973	CA	959937 A1	24-12-1974