

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.02.01.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 23.08.02 Bulletin 02/34.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : DASSAULT AVIATION Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : TRETOUT HERVE ROLLAND, VOILLAUME HUBERT, DESSENDRE MARC, LEFEBURE PATRICE et LIOT ALAIN.

73 Titulaire(s) :

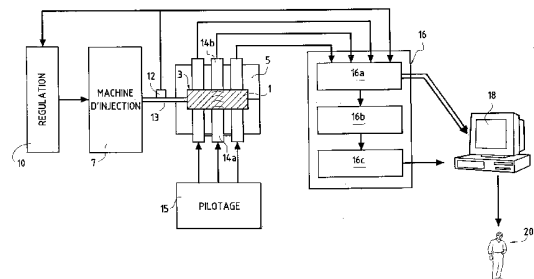
74 Mandataire(s) : CABINET JP COLAS.

54 PROCEDE ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'UNE PIECE PAR MOULAGE, NOTAMMENT SELON LA TECHNOLOGIE RTM.

57 L'invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce par moulage, notamment selon la technologie RTM.

Ce procédé est remarquable en ce qu'on suit en continu l'état de la pièce en formation en procédant selon les étapes suivantes:

- a) émission d'ondes ultrasonores dans une région prédéterminée de la pièce en formation,
- b) mesure d'une caractéristique des ondes restituées par cette région suite à cette émission, et
- c) établissement, à partir de cette caractéristique, d'un diagnostic sur l'état de cette région de la pièce, au moment de la mesure.



L'invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce par moulage, notamment selon la technologie RTM, (de l'anglais Resin Transfer Molding, moulage par transfert de résine). On sait que, selon cette technologie, on utilise une moule garni d'une préforme fibreuse de la pièce à réaliser. Le moule est ensuite rempli d'une résine polymère qui vient imprégner la préforme.

Un cycle de fabrication par moulage selon la technologie RTM comprend classiquement les étapes suivantes :

- préparation d'un moule, c'est-à-dire notamment nettoyage du moule et du système de remplissage de ce moule à l'aide de solvants,
- 10 – mise en place éventuelle d'une préforme fibreuse,
- remplissage du moule avec une résine polymère, éventuellement chargée,
- gavage du moule,
- polymérisation de la résine jusqu'à gélification totale, voire vitrification.

Pour contrôler un procédé de fabrication par moulage, différentes mesures sont effectuées par des capteurs et transmises à un opérateur. Après analyse des mesures, une intervention sur le procédé est possible, par exemple en modifiant les paramètres de fonctionnement de la machine d'injection.

Les capteurs utilisés classiquement sont, au sein du moule, des capteurs de pression ou de température et, sur les tuyauteries d'alimentation en résine, des capteurs de débit. L'information obtenue par le traitement de ces mesures permet de disposer d'une connaissance partielle de l'état d'avancement d'un cycle de moulage.

Par exemple, la pression permet de savoir si, à la fin de l'étape d'alimentation du moule en résine, le moule est rempli, les mesures de débit permettent de détecter une fuite éventuelle, les mesures de température permettent de contrôler la viscosité de la résine ainsi que les éventuels phénomènes exothermiques.

L'information obtenue reste cependant sommaire et ne permet pas de suivre l'évolution du front de résine ni d'évaluer précisément la qualité de la pièce en cours de moulage. Une étape supplémentaire de contrôle de la qualité de la pièce, après sa fabrication, est donc indispensable. Cette étape génère des coûts importants.

De plus, la carence actuelle d'informations sur les caractéristiques de la pièce en cours de fabrication peut entraîner des pertes d'exploitation considérables,

notamment faute de pouvoir intervenir suffisamment tôt pour modifier ou arrêter le déroulement de la fabrication.

Le but de l'invention est de fournir un procédé de fabrication d'une pièce par moulage permettant d'effectuer un contrôle de la qualité de la pièce pendant son moulage.

On atteint ce but au moyen d'un procédé de fabrication remarquable en ce qu'on suit en continu l'état de la pièce en formation en procédant selon les étapes suivantes :

- a) émission d'ondes ultrasonores dans au moins une région prédéterminée de ladite pièce en formation,
- b) mesure d'au moins une caractéristique des ondes restituées par ladite région suite à ladite émission, et
- c) établissement, à partir de ladite caractéristique, d'un diagnostic sur l'état de ladite région de ladite pièce au moment de ladite mesure.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, pour une région déterminée de ladite pièce, les ondes sont émises par un émetteur ultrasonore. Après avoir interféré avec la pièce, les ondes sont reçues par un récepteur, puis traitées par un outil de traitement.

La nature, l'état et la quantité de la matière dans le moule influencent directement les ondes ultrasonores. Le récepteur reçoit ainsi des ondes portant des informations sur l'état des régions de la pièce ayant interféré avec les ondes émises par l'émetteur.

L'extraction de ces informations par l'équipement de traitement permet d'établir un contrôle qualité de la pièce en temps réel, c'est-à-dire pendant l'opération de moulage.

Informé, l'opérateur peut intervenir rapidement en conséquence, notamment en cas de détection d'incidents, ce qui constitue un autre avantage du procédé de fabrication selon la présente invention.

Selon d'autres caractéristiques du procédé selon le mode de réalisation préféré de la présente invention,

- à l'étape a), ladite émission est cadencée,

- à l'étape b), ladite caractéristique est une caractéristique temporelle ou spectrale des ondes reçues.

La présente invention concerne également un dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé de fabrication, remarquable en ce qu'il comprend des moyens d'émission d'ondes ultrasonores dans au moins une région prédéterminée de ladite pièce en formation, des moyens de mesure d'au moins une caractéristique des ondes restituées par ladite région en réponse à ladite émission, et des moyens d'établissement, à partir de ladite caractéristique, d'un diagnostic sur l'état de ladite région de ladite pièce au moment de ladite mesure.

10 Selon d'autres caractéristiques de ce dispositif,

- lesdits moyens d'émission comprennent au moins un émetteur émettant des ondes ultrasonores, lesdits moyens de mesure comprennent au moins un récepteur recevant lesdites ondes après qu'elles aient interféré avec ladite pièce, ledit récepteur émettant un signal représentatif desdites ondes, et lesdits moyens d'établissement comprennent au moins un équipement de traitement dudit signal pour en extraire ladite caractéristique desdites ondes,
- ledit émetteur et ledit récepteur sont solidaires d'un moule dans lequel est formé ladite pièce,
- ledit récepteur est en contact avec ladite pièce,
- 20 – ledit dit émetteur est en contact avec ladite pièce,
- ledit récepteur et ledit émetteur sont intégrés dans un transducteur,
- ledit émetteur est écarté de ladite pièce et dudit moule,
- ledit équipement de traitement comprend au moins des modules d'acquisition, de traitement et d'analyse dudit signal,
- 25 – ledit module d'acquisition numérisant et transmettant ledit signal audit module de traitement,
- ledit module de traitement opérant au moins une analyse spectrale et/ou temporelle dudit signal numérique et transmettant audit module d'analyse au moins une caractéristique résultant de ladite analyse,
- 30 – ledit module d'analyse opérant au moins une analyse de l'évolution temporelle de ladite caractéristique,

- ledit module d'analyse transmet à un outil de présentation au moins une information de diagnostic résultant de l'analyse qu'il a opérée.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- 5 – la figure 1 est un schéma d'un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de fabrication selon l'invention,
- les figures 2, 3 et 4 illustrent différents positionnements possibles d'un émetteur ou d'un récepteur utilisé dans le dispositif de la figure 1,
- la figure 5 illustre l'utilisation d'un traducteur émetteur/récepteur unique, en
10 substitution de deux émetteur et récepteur distincts.

On se réfère à la figure 1 du dessin annexé où il apparaît que le dispositif représenté, de mise en oeuvre du procédé de fabrication selon la présente invention, est utilisé pour fabriquer une pièce 1, par exemple en une matière composite, à partir d'une résine de nature quelconque injectée dans une cavité 3 d'un moule 5 par une
15 machine d'injection 7.

La résine utilisée peut être chargée de fibres de nature quelconque, métallique ou organique, selon la technologie RTM ou une technologie apparentée. Suivant cette technologie, la résine est injectée ou diffusée à travers une préforme fibreuse introduite préalablement à l'intérieur du moule 5 fermé.

20 Le procédé de fabrication selon la présente invention peut également être utilisé pour la fabrication de pièces en matière métallique pouvant être renforcée de fibres, avec injection éventuelle de poudre.

Classiquement, un équipement de régulation 10, informé de l'état de certains paramètres du procédé par des capteurs tels que le capteur 12, régule la machine
25 d'injection 7.

Les capteurs peuvent mesurer les paramètres du procédé (pression, débit, température, ...) en différents points, par exemple sur une tuyauterie 13 d'alimentation en résine du moule 5.

L'équipement de régulation 10 peut informer un opérateur des valeurs de
30 mesures des capteurs, par exemple au moyen d'un écran.

Dans le dispositif selon l'invention, selon le mode de réalisation préféré, une pluralité d'émetteurs 14a sont montés solidaires du moule 5.

Pilotés par un équipement de pilotage 15, ils émettent régulièrement, par exemple toutes les secondes, des ondes spécifiques. L'émission d'ondes par chaque émetteur 14a est ainsi cadencée.

Les caractéristiques des ondes émises doivent être compatibles avec la matière de la pièce 1 en cours de fabrication. Pour des pièces 1 en composites (fibres et résine), on utilise, suivant l'invention, des émetteurs 14a d'ondes ultrasonores, du type piézo-électriques par exemple. Les ondes émises peuvent prendre la forme d'impulsions brèves ou de trains d'ondes.

Chaque émission présente un spectre de fréquences centré sur une fréquence centrale de quelques MHz, par exemple.

Les ondes ultrasonores émises par un émetteur 14a traversent au moins en partie la pièce 1 avant d'être captées par un récepteur 14b.

Le moule 5 est divisé en plusieurs secteurs déterminés en fonction de la complexité de la pièce 1 et des difficultés inhérentes à la technologie d'injection. Chaque secteur est équipé d'un couple émetteur 14a - récepteur 14b montés sur des faces en regard du moule 5, de manière qu'un récepteur 14b ne capte essentiellement que les ondes émises par l'émetteur 14a qui lui fait face et perturbées par leur passage à travers la pièce 1.

Chaque couple émetteur 14a - récepteur 14b forme une voie de mesure.

La disposition précise des voies sur le moule 5 résulte de l'expérience des concepteurs du moule 5 ou de simulations numériques.

Les émetteurs 14a et les récepteurs 14b sont choisis pour résister à une température au moins égale à celle du moule 5, par exemple 170°C environ.

Pour extraire des ondes reçues par un récepteur 14b une information exploitable par l'opérateur 20, un traitement est indispensable.

Les signaux émis par les différents récepteurs 14b en réponse à la réception des ondes ultrasonores sont traités par un équipement de traitement 16.

L'équipement de traitement 16 comprend au moins trois modules : un module d'acquisition 16a, un module de traitement 16b et un module d'analyse 16c.

Le module d'acquisition 16a pilote et synchronise l'émission et la réception ultrasonore. Il reçoit de chaque récepteur 14b le signal émis par ce dernier en réponse à une excitation générée par la réception des ondes émises par un émetteur 14a. Le module d'acquisition 16a échantillonne et numérise ce signal de manière qu'il soit exploitable par les autres modules de l'équipement de traitement 16.

Le module d'acquisition 16a peut également opérer une mise en forme d'un signal, par exemple en l'amplifiant ou en filtrant des bruits parasites, etc.

Il transmet alors à un module de traitement 16b le signal numérique résultant. Ce signal peut également être transmis à un outil de présentation 18, par exemple à un ordinateur équipé d'un écran.

Le module d'acquisition 16a peut également traiter des signaux en provenance d'autres capteurs tels que le capteur 12.

Le module de traitement 16b opère au moins une analyse spectrale et une analyse temporelle du signal numérique afin d'en extraire les principales caractéristiques, à savoir par exemple :

- l'amplitude des différentes fréquences composant le signal numérique,
- la valeur de la fréquence centrale du spectre de fréquences du signal,
- la fréquence du maximum du spectre de fréquences,
- la largeur de ce spectre définie par les fréquences de coupure basse et haute à +/- 6 dB par rapport à la fréquence d'amplitude maximale du spectre, et
- le temps de vol, c'est-à-dire une évaluation de la durée s'écoulant entre l'émission des ondes et leur réception.

En elles-mêmes, ces caractéristiques sont difficilement interprétables. C'est l'analyse de leur évolution dans le temps qui permet de tirer des conclusions.

Le module d'analyse 16c a pour but d'interpréter les caractéristiques que lui fournit le module de traitement 16b, notamment par l'évaluation de l'évolution des caractéristiques temporelles et spectrales.

Par exemple, le module d'analyse 16c peut avoir en mémoire un modèle qui lui permet de déterminer, selon la voie de mesure, l'état d'avancement du cycle et l'apparition éventuelle d'incidents. Ce modèle peut être paramétré en fonction du cycle d'injection et du moule utilisé.

Par exemple, entre le début de l'injection de la résine et la détection d'un signal sur une voie de mesure se situant à proximité de l'entrée du moule 5, un temps minimum doit s'écouler. Si un signal est détecté prématurément, le module d'analyse 16c conclura qu'il y a présence d'un fluide étranger dans la tuyauterie. Cela peut se produire si des résidus de solvant n'ont pas été évacués du moule lors du dernier nettoyage.

Le module d'analyse 16c peut en outre déterminer en permanence l'état d'avancement du cycle de fabrication.

La structure de la matière évolue au cours des étapes d'imprégnation de la préforme, de gélification ou de réticulation et influence donc, par exemple, le temps de vol. L'analyse de cette caractéristique permet donc au module d'analyse 16c de détecter le début ou la fin de chacune de ces étapes.

Le module d'analyse 16c peut enfin détecter plusieurs défauts de la pièce 1 et établir un diagnostic sur sa qualité. Par exemple, l'analyse de l'atténuation du signal entre son émission et sa réception et l'analyse des bruits parasites, se traduisant par des fréquences anormales dans le spectre de fréquences reçues, permet de détecter une porosité locale dans la pièce, c'est-à-dire la présence de bulles. De même pourra-t-on détecter un délaminage, c'est-à-dire un vide sensiblement plan à l'intérieur de la matière.

Pour améliorer son analyse, le module d'analyse 16c peut utiliser plusieurs des caractéristiques reçues. Il peut également avoir recours à des mesures opérées par d'autres capteurs, par exemple de température, pour compléter ou corroborer l'analyse.

Le procédé de fabrication selon la présente invention permet de substituer des couples émetteur 14a/récepteur 14b à certains capteurs utilisés dans l'état de la technique. Par exemple, le dispositif selon l'invention fournit des informations plus précises que celles fournies par les capteurs mesurant la pression dans le moule 5. La suppression des capteurs devenus inutiles constitue une source d'économie.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, le module d'analyse 16c transmet les résultats de l'analyse à l'outil de présentation 18. Un opérateur 20 est ainsi averti de l'état du cycle en cours et des incidents survenus.

L'opérateur 20 peut utiliser ces informations pour interrompre le cycle d'injection et ainsi économiser de la résine et du temps de cycle de fabrication.

Les modules d'acquisition 16a, de traitement 16b et d'analyse 16c peuvent être intégrés dans l'équipement de régulation 10 exploitant les signaux fournis par les
5 autres capteurs.

Les émetteurs 14a et les récepteurs 14b peuvent être montés de différentes façons sur le module 1, comme l'illustrent les figures 2, 3 et 4. Sur ces figures, pour une meilleure lisibilité, seul un émetteur 14a a été représenté. Un récepteur 14b peut être monté de la même manière.

10 Le contact entre le récepteur 14a et la pièce 1 en cours de moulage peut être direct, comme sur la figure 2.

Un relais 22 peut séparer la pièce 1 du récepteur 14a, comme sur la figure 3. Le relais 22, par exemple constitué d'un cylindre en verre, en silice ou en métal, permet de guider les ondes émises ou reçues.

15 Enfin, si le moule 5 est constitué d'une matière conduisant bien les ondes ultrasonores, le relais 22 peut être placé à l'extérieur du moule 5 pour une protection maximale du récepteur 14b.

Dans cette dernière configuration, il est possible d'utiliser, à la place d'un émetteur ultrasonore 14a en contact avec le moule 5, un émetteur écarté de la pièce 1
20 et du moule 5, par exemple un émetteur de rayonnement laser dont les ondes lumineuses émises sont transformées en ondes ultrasonores par leur passage à travers le moule 5.

Le choix de la disposition d'un émetteur 14a ou d'un récepteur 14b est fonction de la matière de la pièce 1, du type de récepteur 14b ou d'émetteur 14a et de
25 la matière constituant le moule 5. Le choix est guidé par le souci de protection du récepteur 14b ou de l'émetteur 14a d'une agression éventuelle par la matière de moulage ou par des produits utilisés pour nettoyer la cavité 3 du moule 5, une bonne transmission des ondes entre l'émetteur 14a et le récepteur 14b devant être garantie.

La figure 5 illustre un mode de réalisation de l'invention où l'émetteur 14a et
30 le récepteur 14b sont confondus en un transducteur 14' fonctionnant alternativement en émetteur ou en récepteur. Dans une variante de l'invention, l'émetteur 14a et le récepteur 14b peuvent également être deux organes distincts et accolés.

Les ondes émises par l'émetteur 14a sont partiellement absorbées et réfléchies par les matières qu'elles rencontrent.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 5, la surface du moule 5 opposée au traducteur 14' par rapport à la pièce 1 est prévue pour réfléchir les ondes qu'elle reçoit. Les ondes réfléchies sont reçues après réflexion par le traducteur 14'.

La réponse du traducteur à cette réception est envoyée à l'équipement de traitement 16 qui la traite de manière spécifique.

Le traitement opéré par l'équipement de traitement 16 peut être complexe compte tenu de la pluralité d'ondes réfléchies reçues par le traducteur 14'. L'avantage de l'utilisation de traducteurs 14' réside principalement dans la simplicité du montage sur le moule 5, notamment dans le cas d'un moule 5 de forme particulière rendant délicate la constitution de voies en mode transmission, c'est-à-dire au moyen d'émetteurs 14a et de récepteurs 14b distants.

Chaque voie de mesure est balayée continuellement durant toute la durée du cycle à une cadence déterminée.

Les ondes reçues par le récepteur 14a sont analysées et fournissent des informations de diagnostic, par exemple une fois par seconde.

Plusieurs contrôles peuvent être effectués en permanence et pour une pluralité de voies de mesure. Chaque secteur est contrôlé, ce qui permet une analyse fine et un contrôle de la qualité de la pièce 1 en cours de fabrication.

Pour chacun des secteurs, les étapes suivantes sont, par exemple, détectées :

- remplissage du moule 5 au niveau de chaque secteur avec imprégnation de la préforme,
- imprégnation maximale ou saturation,
- polymérisation de la résine, avec gélification et vitrification.

Grâce à l'analyse effectuée par le module d'analyse 16c, au moins les anomalies suivantes sont détectées :

- présence dans le moule 5 d'un fluide résiduel, par exemple d'un solvant ayant servi au nettoyage, ou de dépôts indésirables, par exemple non nettoyés, avant injection de résine,

- présence d'une poche d'air ou d'un manque de résine dans un secteur,
- présence de bulles dans un secteur,
- fuite du moule dans un secteur.

5 Une évaluation de la qualité de la pièce 1 pendant sa fabrication est donc possible. On peut éviter ainsi le recours à une étape supplémentaire de contrôle après démoulage de la pièce 1, par exemple au moyen d'une installation de contrôle par ultrasons de type piscine ou jets d'eau, d'une cabine à rayons X, etc.

10 En fonction des défauts détectés, l'opérateur 20 peut être conduit à arrêter le cycle de fabrication, par exemple en cas de détection d'un fluide étranger dans le moule 5.

Comme cela apparaît clairement à présent, le procédé de fabrication selon l'invention permet d'effectuer un contrôle de la qualité de la pièce 1 pendant son moulage. Une étape de contrôle de la pièce 1 après son moulage n'est plus nécessaire pour en vérifier la structure, ce qui est une source d'économie.

15 Les paramètres de fabrication peuvent également être affinés en fonction des résultats de l'analyse effectuée au moyen du dispositif selon l'invention.

20 En outre, le procédé de fabrication selon l'invention permet de diagnostiquer en temps réel des incidents de fabrication jusqu'alors non détectés ou détectés de manière imprécise. Le cycle de fabrication peut donc être arrêté immédiatement après la détection de ces incidents, ce qui constitue une autre source d'économie.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et représenté fourni à titre d'exemple illustratif et non limitatif.

25 En particulier, les opérations de traitement et d'analyse des signaux par l'équipement de traitement 16 peuvent être adaptées en fonction du procédé de moulage et des matières utilisées.

De même, bien que l'invention soit décrite ci-dessus principalement dans le contexte de la fabrication d'une pièce en technologie RTM, elle s'étend évidemment à la fabrication d'une pièce par simple moulage par injection, notamment.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une pièce (1) par moulage, notamment selon la technologie RTM,
caractérisé en ce qu'on suit en continu l'état de la pièce (1) en formation en procédant selon les étapes suivantes :
5
a) émission d'ondes ultrasonores dans au moins une région prédéterminée de ladite pièce (1) en formation,
b) mesure d'au moins une caractéristique des ondes restituées par ladite région suite à ladite émission, et
10 c) établissement, à partir de ladite caractéristique, d'un diagnostic sur l'état de ladite région de ladite pièce (1) au moment de ladite mesure.
2. Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape a), ladite émission est cadencée.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, à
15 l'étape b), ladite caractéristique est une caractéristique temporelle ou spectrale des ondes reçues.
4. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'émission d'ondes ultrasonores dans au moins une région prédéterminée de ladite pièce (1) en
20 formation, des moyens de mesure d'au moins une caractéristique des ondes restituées par ladite région en réponse à ladite émission, et des moyens d'établissement, à partir de ladite caractéristique, d'un diagnostic sur l'état de ladite région de ladite pièce (1) au moment de ladite mesure.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits moyens d'émission
25 comprennent au moins un émetteur (14a) émettant des ondes ultrasonores, lesdits moyens de mesure comprennent au moins un récepteur (14b) recevant lesdites ondes après qu'elles aient interféré avec ladite pièce (1), ledit récepteur (14b) émettant un signal représentatif desdites ondes, et lesdits moyens d'établissement comprennent au moins un équipement de traitement (16) dudit signal pour en
30 extraire ladite caractéristique desdites ondes.

6. Dispositif selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que ledit émetteur (14a) et ledit récepteur (14b) sont solidaires d'un moule (5) dans lequel est formé ladite pièce (1).
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que
5 ledit récepteur (14b) est en contact avec ladite pièce (1).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que ledit dit émetteur (14a) est en contact avec ladite pièce (1).
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que ledit récepteur (14b) et ledit émetteur (14a) sont intégrés dans un traducteur (14').
- 10 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, caractérisé en ce que ledit émetteur (14a) est écarté de ladite pièce (1) et dudit moule (5).
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 10, caractérisé en ce que ledit équipement de traitement (16) comprend au moins des modules d'acquisition (16a), de traitement (16b) et d'analyse (16c) dudit signal,
15
 - ledit module d'acquisition (16a) numérisant et transmettant ledit signal audit module de traitement (16b),
 - ledit module de traitement (16b) opérant au moins une analyse spectrale et/ou temporelle dudit signal numérique et transmettant audit module d'analyse (16c) au moins une caractéristique résultant de ladite analyse,
 - 20 – ledit module d'analyse (16c) opérant au moins une analyse de l'évolution temporelle de ladite caractéristique.
12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit module d'analyse (16c) transmet à un outil de présentation (18) au moins une information de diagnostic résultant de l'analyse qu'il a opérée.

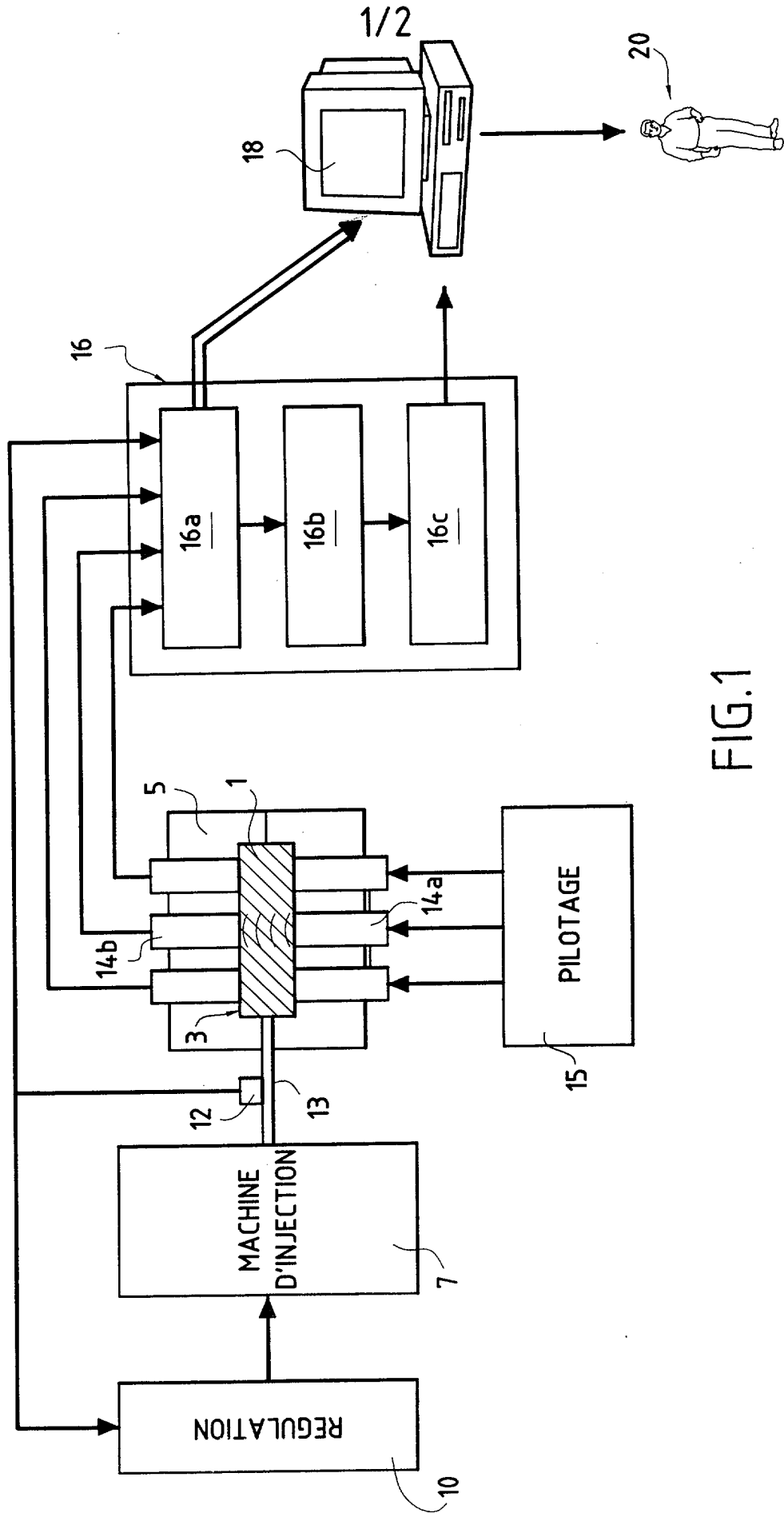


FIG.1

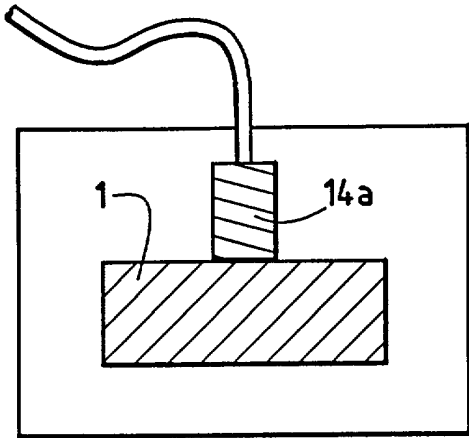


FIG. 2

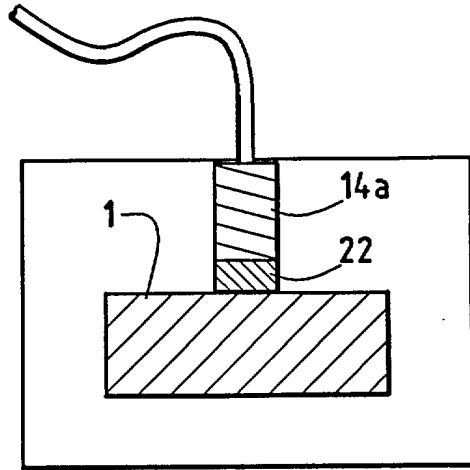


FIG. 3

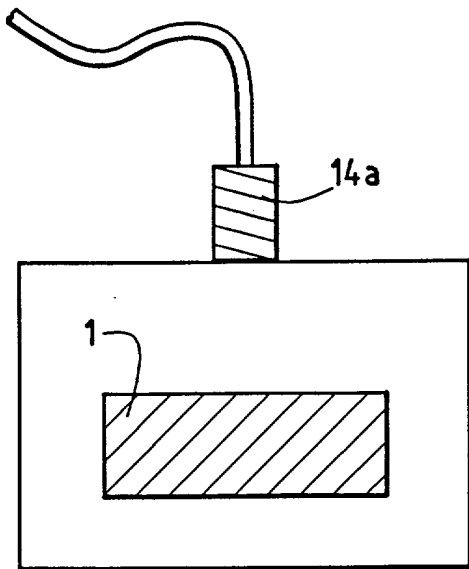


FIG. 4

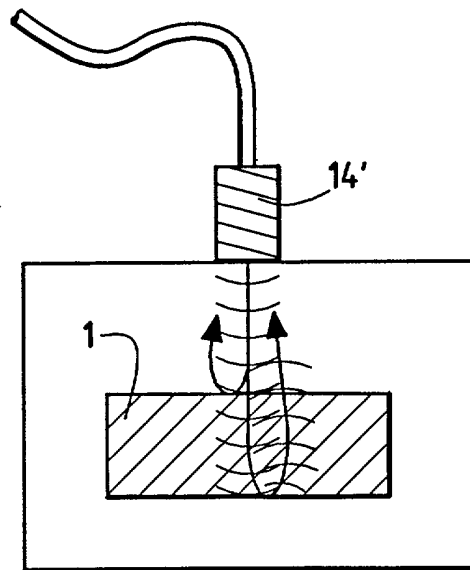


FIG. 5

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
 national

établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

FA 600412
 FR 0102373

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 207 956 A (KLINE RONALD A ET AL) 4 mai 1993 (1993-05-04) * colonne 1, ligne 51 - colonne 2, ligne 51 * * colonne 13, ligne 42 - colonne 15, ligne 51 * ---	1,3,4, 11,12	B29C70/48 B29C45/76
X	US 4 559 810 A (HINRICHS RICHARD J ET AL) 24 décembre 1985 (1985-12-24) * le document en entier * ---	1,2,4,5, 7,8,11, 12	
X	US 4 921 415 A (THOMAS III LEWIS J ET AL) 1 mai 1990 (1990-05-01) * colonne 1, ligne 10 - ligne 35 * * colonne 7, ligne 29 - colonne 8, ligne 32; figure 3 * ---	1,3-8	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 05, 30 mai 1997 (1997-05-30) -& JP 09 024518 A (MEIDENSHA CORP), 28 janvier 1997 (1997-01-28) * abrégé; figure 1 * ---	1,3-6, 11,12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) B29C G01N
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 162 (P-1194), 23 avril 1991 (1991-04-23) -& JP 03 029847 A (SUMITOMO HEAVY IND LTD), 7 février 1991 (1991-02-07) * abrégé; figure 1 * ---	1,3-6, 11,12	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 538 (M-1335), 9 novembre 1992 (1992-11-09) -& JP 04 201533 A (SEKISUI CHEM CO LTD), 22 juillet 1992 (1992-07-22) * abrégé; figures 1,2 * ---	4,9	
	-/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 novembre 2001		Fregosi, A	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
 national

établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

FA 600412
 FR 0102373

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	WO 90 13425 A (AMERICAN COMPOSITE TECH) 15 novembre 1990 (1990-11-15) * page 2, ligne 12 - ligne 27 * * page 3, ligne 10 - ligne 20; figure 1 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		19 novembre 2001	Fregosi, A
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0102373 FA 600412**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 19-11-2001
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5207956	A	04-05-1993	US 5453226 A	26-09-1995
US 4559810	A	24-12-1985	US 4455268 A US 4515545 A	19-06-1984 07-05-1985
US 4921415	A	01-05-1990	US 4825117 A	25-04-1989
JP 09024518	A	28-01-1997	AUCUN	
JP 03029847	A	07-02-1991	AUCUN	
JP 04201533	A	22-07-1992	AUCUN	
WO 9013425	A	15-11-1990	CA 2055436 A1 EP 0472590 A1 JP 4505135 T WO 9013425 A1	09-11-1990 04-03-1992 10-09-1992 15-11-1990