(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
30 octobre 2003 (30.10.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/090202 A2

(51) Classification internationale des brevets[7] : G10K 11/16

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR03/01266

(22) Date de dépôt international : 22 avril 2003 (22.04.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/05000 22 avril 2002 (22.04.2002) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **HUREL-HISPANO** [FR/FR]; Route du Pont VIII, F-76700 Gonfreville l'Orcher (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **PERROT, Clémence, Julia, Geneviève, Marie** [FR/FR]; 46, rue des Sauveteurs, F-76600 Le Havre (FR). **PORTAL, Jean-Fabrice, Marcel** [FR/FR]; 10, rue de Vitanval, F-76310 Saint-Adresse (FR). **BELLEGUIC, Yann** [FR/FR]; Kerfinit, F-22140 Tonquedec (FR).

(74) Mandataire : **BERROU, Paul**; Snecma Moteurs, Département de la Propriété Intellectuelle, B.P. 81, F-91003 Evry Cedex (FR).

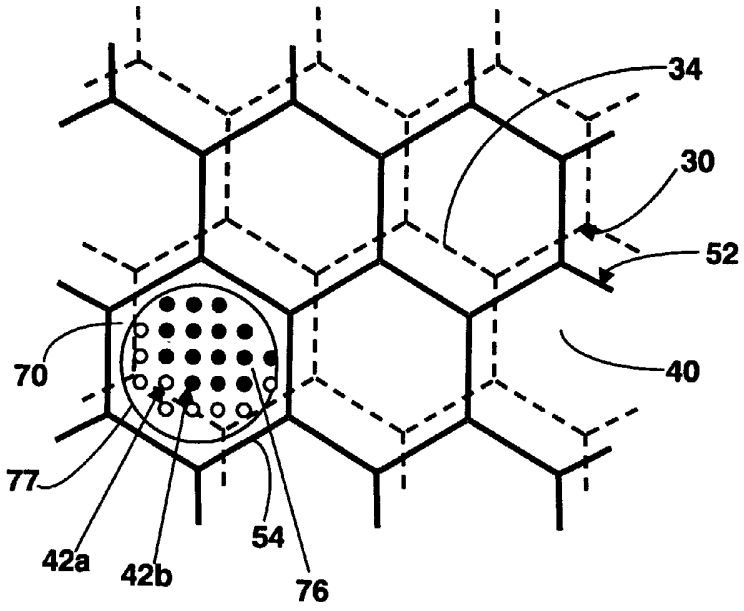
(81) États désignés *(national)* : AU, CA, US.

Publiée :
— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD OF ASSEMBLING AND CHECKING A DOUBLE-RESONATOR ACOUSTIC PANEL WITH A HONEYCOMB CORE

(54) Titre : PROCEDE D'ASSEMBLAGE ET DE CONTROLE D'UN PANNEAU ACOUSTIQUE A DOUBLE RESONATEUR AVEC AME EN NID D'ABEILLE



(57) Abstract: The invention relates to a method of producing and checking a double-resonator honeycomb acoustic panel. The aforementioned panel is characterised in that, following the assembly of the two honeycombs (30, 50) and the partition (40) and prior to the assembly of at least one of the two liners (20, 60), the perforation rate of said partition (42) is checked by scanning same with a digital camera (84). The successive images (92) thus obtained are transmitted to a computer (94) which determines the perforation rate T of the partition (40) by applying formula T = N1 / N, wherein N1 is the number of pixels (100) that correspond to the holes (42b) and N is the number of pixels in the image (92).

[Suite sur la page suivante]

WO 03/090202 A2

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.

(57) Abrégé : L'invention propose un procédé de fabrication et de contrôle d'un panneau acoustique à double résonateur en nid d'abeille. Un tel panneau est remarquable en ce que postérieurement à l'assemblage des deux nids d'abeilles (30, 50) avec le septum (40) et préalablement à l'assemblage de l'une au moins des deux peaux (20, 60), on contrôle du taux de perforation du septum (42) en scannant le septum (40) avec une caméra (84) numérique, les images successives (92) ainsi obtenues étant transmises à un ordinateur (94), l'ordinateur (94) établissant le taux de perforation T du septum (40) en appliquant la formule T = N1 / N dans laquelle N1 est le nombre de pixels (100) correspondants aux trous dégagés (42b) et N le nombre de pixels de l'image (92).

Procédé d'assemblage et de contrôle d'un panneau acoustique à double résonateur avec âme en nid d'abeille

Description

Domaine technique de l'invention

L'invention se rapporte aux panneaux acoustiques à double résonateur avec âme en nid d'abeille et plus particulièrement à un procédé d'assemblage et de contrôle de tels panneaux.

Etat de la technique et problèmes à résoudre

Les panneaux acoustiques à double résonateur avec âme en nid d'abeille sont des structures sandwichs bien connues pour absorber le bruit, notamment sur les groupes propulseurs des avions. Ces panneaux comportent habituellement les couches successives suivantes dans le sens de l'épaisseur : une première peau dite "acoustique" et multiperforée, c'est à dire comportant une pluralité de trous, une première couche de nid d'abeille dite "primaire", un septum également multiperforé, une seconde couche de nid d'abeille dite "secondaire" et une seconde peau dite "pleine" car ne comportant pas de trous. Les nids d'abeilles sont constitués par une pluralité d'alvéoles généralement hexagonales, ces alvéoles étant séparées par des cloisons minces comportant elles-mêmes des encoches de drainage pour évacuer par gravité l'eau qui aurait pénétrer dans le panneau acoustique pendant son exploitation. Les trous de la peau acoustique et du septum sont régulièrement répartis et sont caractérisés chacun par leur taux de perforation, c'est à dire par le rapport entre la surface des trous et la surface totale de la couche considérée. La peau acoustique et la peau pleine sont habituellement en matériau composite à matrice organique constitués d'un nombre variable de couches de tissu de renfort superposées et noyées dans une résine polymérisée. Les couches de nid d'abeilles sont habituellement en feuillard d'aluminium.

Les propriétés acoustiques du panneau, c'est à dire son taux d'absorption du bruit en fonction de la fréquence et du niveau sonore du bruit, dépendent du dimensionnement des composants du panneau et en particulier des taux de perforation de la peau pleine et du septum.

Chaque couche est fabriquée séparément et des procédés pour le faire sont bien connus. La peau acoustique est habituellement percée au foret car la taille des trous le permet sans difficulté. Le septum peut être percé au foret mais on préfère le perçage avec un faisceau laser à cause de la petite taille des trous et de leur nombre important.
Le panneau acoustique est ensuite assemblé en disposant les différentes couches préalablement encollées sur un moule à la forme requise et en faisant subir à l'ensemble un cycle thermique en autoclave visant à serrer les couches les unes contre les autres et à polymériser les colles. A noter que la peau pleine peut être réalisée et collée en une seule opération sur le panneau.

La phase critique du procédé d'assemblage est l'assemblage par collage du septum aux deux couches de nid d'abeilles. Pendant l'assemblage en effet, une fraction des trous du septum est obturée normalement par la colle et il en est tenu compte pour définir le taux de perforation du septum nu, c'est à dire avant son assemblage. Cette fraction atteint facilement 50%. Une fraction trop faible ou trop forte change sensiblement les propriétés acoustiques du panneau et le rendent inapte à l'emploi qui était prévu. Cette fraction est minimale lorsque les alvéoles de chacune des couches de nid d'abeille sont en phase, c'est à dire bien en face les unes des autres, car les colles utilisées pour assembler chacun des nid d'abeille au septum obturent sensiblement les mêmes trous du septum. Cette fraction devient maximale lorsque les alvéoles de chacun des nids d'abeilles sont en opposition de phase, c'est à dire décalées au maximum. La géométrie des nids d'abeilles est malheureusement imprécise et le phénomène qui vient d'être décrit est en conséquence difficilement maîtrisable.
Cette fraction dépend également de la quantité de colle utilisée, mais le collage proprement dit est quant à lui bien maîtrisable.

Les trous du septum sont habituellement très petits, soit un diamètre de l'ordre de 0,3mm avec environ 50 trous par centimètre carré. Un tel septum est percé avant assemblage au foret mais de préférence par faisceau laser. Le nombre et la petitesse des trous rendent le perçage délicat. Ainsi, et bien que le procédé de perçage soit assez bien maîtrisé, des défectuosités peuvent apparaître.

Il est connu de mesurer la résistance normalisée du septum nu, c'est à dire avant tout assemblage, avec un système de mesure de perte de charge appelé plus simplement "raylomètre". Ce procédé présente cependant quelques inconvénients :

- le raylomètre est un appareil pneumatique instable et il nécessite des ré-étalonnages fréquents ;
- le contrôle du septum nu est long car il faut appliquer le raylomètre successivement en différents endroits du panneau et attendre que la mesure soit stabilisée avant de la prendre en compte ;
- le contrôle de septum de grande taille nécessite des raylomètres spéciaux, donc coûteux, car ils doivent pouvoir atteindre le centre des septums.

Les inventeurs ne connaissent pas de moyens satisfaisant pour mesurer en production les caractéristiques d'un panneau fini. En effet.

Une mesure effectuée avec le raylomètre précité est entachée d'erreurs très importantes provoquées par les fuites latérales à travers les encoches de drainage dans les cloisons et également par le désalignement inévitable des deux couches de nid d'abeille.

On connaît également un autre instrument de mesure appelé "tube de Kundt" permettant de mesurer directement une impédance acoustique. Malheureusement, les mesures effectuées avec un tube de Kundt sur le panneau décrit plus haut sont également entachées d'erreurs très importantes provenant des alvéoles du nid d'abeille à cheval sur le bord du tube de Kundt lorsque l'on applique celui-ci contre le panneau.

Un premier problème à résoudre est de proposer un procédé d'assemblage et de contrôle de panneaux acoustiques permettant de garantir les caractéristiques acoustiques prévues.

Un second problème à résoudre est de détecter au plus tôt d'éventuelles défectuosités susceptibles d'altérer les caractéristiques du panneau, afin de pouvoir interrompre le processus d'assemblage et par conséquent de ne pas effectuer des opérations d'assemblage inutiles.

Un troisième problème est de proposer un procédé d'assemblage et de contrôle fiable et peu coûteux.

Exposé de l'invention

L'invention propose un procédé d'assemblage et de contrôle d'un panneau acoustique en nid d'abeille à double résonateur, le panneau étant constitué d'une pluralité de couches à assembler dans le sens de l'épaisseur, soit : une peau acoustique, un nid d'abeille primaire, un septum percé d'une pluralité de trous, un nid d'abeille secondaire et une peau pleine, le procédé comportant des opérations préliminaires d'encollage des différentes couches à assembler.

Un tel panneau est remarquable en ce que :

- on assemble dans un premier temps par collage les deux nids d'abeilles avec le septum pour constituer un sous-ensemble, cet assemblage ayant malheureusement pour effet d'obstruer inévitablement une fraction des trous du septum ;
- postérieurement à l'assemblage des deux nids d'abeilles avec le septum et préalablement à l'assemblage de l'une au moins des deux peaux, l'un au moins des nids d'abeilles étant ainsi découvert, on contrôle du taux de perforation du septum en scannant le sous-ensemble avec une caméra numérique comportant un éclairage associé, la caméra étant disposée du coté d'un nid d'abeille découvert, la caméra prenant ainsi des prises de vue du septum au fond des alvéoles du nid d'abeille découvert, cet éclairage éclairant la zone du septum observée par la caméra, les images successives ainsi obtenues étant transmises à un ordinateur, l'ordinateur analysant les images et établissant le taux de perforation T du septum en appliquant la formule $T = N1 / N$ dans laquelle N1 est le nombre de pixels correspondants aux trous dégagés et N le nombre de pixels de l'image.

On comprend que l'invention permet de contrôler la bonne exécution de la phase critique du procédé d'assemblage, à savoir l'assemblage du septum avec les deux nids d'abeilles. Ainsi, et du fait que les autres opérations d'assemblage sont bien maîtrisables, la mise en œuvre de l'invention permet de garantir l'obtention de panneaux acoustiques au plus près des performances pour lesquelles ils ont été conçus, ce qui apporte une solution au premier problème.

On comprend également que l'invention permet de contrôler au plus tôt la bonne exécution de la phase critique du procédé d'assemblage puisque ce contrôle peut être effectué immédiatement après cette phase critique, ce qui résout le second problème. Lorsque le contrôle montre que le septum est défectueux, les opérations d'assemblages inutiles des peaux peuvent donc être évitées.

On comprend également que le procédé d'assemblage et de contrôle est peu couteux car il peut être interrompu lorsque la phase critique s'est mal déroulée et parce que les moyens de contrôle sont eux-mêmes peu coûteux.

On comprend enfin que la présente invention a demandé le choix et la conception de moyens de contrôle particuliers puisque le raylomètre et le tube de Kundt ne fournissent pas une précision suffisante, au contraire du procédé d'acquisition et d'analyse d'images proposé.

Avantageusement, et préalablement à l'assemblage du septum avec l'un au moins des nids d'abeilles, on effectue un contrôle du taux de perforation T du septum nu en scannant le septum avec une caméra numérique comportant un éclairage associé, cet éclairage éclairant la zone du septum observée par la caméra, les images successives ainsi obtenues étant transmises à un ordinateur, cet ordinateur analysant les images et établissant le taux de perforation T du septum en appliquant la formule $T = N1 / N$ dans laquelle N1 est le nombre de pixels correspondants aux trous dégagés et N le nombre de pixels de l'image.

Cette opération de contrôle bon marché permet de ne pas engager l'assemblage de panneaux acoustiques à partir de septums défectueux.

L'invention sera mieux comprise et les avantages qu'elle procure apparaîtra plus clairement au vu d'un exemple détaillé de mise en œuvre du procédé et des figures annexées.

Description des figures

La figure 1 illustre un panneau acoustique sur lequel l'invention est applicable.

La figure 2 illustre un septum nu.

La figure 3 illustre un septum assemblé.

La figure 4 illustre le contrôle d'un septum nu.

La figure 5 illustre le contrôle d'un septum assemblé.

Description d'un exemple détaillé de mise en oeuvre

On se reportera en premier lieu à la figure 1. Le panneau acoustique 10 est une structure stratifiée constitué par l'assemblage de différentes couches dans le sens de l'épaisseur, soit successivement : une peau acoustique 20, un nid d'abeille dit "primaire" 30, un septum 40, un nid d'abeille dit "secondaire" 50 et enfin une peau pleine 60.

La peau acoustique 20 est habituellement en matériau composite à matrice organique constitué de cinq à quinze couches de tissu de renfort non représentés, ces tissus étant noyés dans une résine durcie par polymérisation, ces tissus étant habituellement constitués de fibres de verre, de carbone ou de Kevlar. La peau acoustique 20 est percée de trous 22 suivant un maillage régulier, leur diamètre étant de l'ordre de 1mm à 3mm, le taux de perforation, c'est à dire le rapport entre la surface totale des trous 22 et la surface de la peau acoustique 20 étant de l'ordre de 15 à 25%.

Le nid d'abeille primaire 30 est constitué d'alvéoles adjacentes 32 orientées dans le sens de l'épaisseur du nid d'abeille 30, ces alvéoles 32 étant séparées par des cloisons minces 34, ces cloisons 34 comportant des encoches de drainage 36 adjacentes au septum 40, ces encoches de drainage 36 permettant l'écoulement et l'évacuation de l'eau qui aurait pu pénétrer dans le panneau 10 par les trous 22 de la peau acoustique 20. Les alvéoles 32 sont le plus souvent hexagonales avec un diamètre inscrit, ou largeur, habituellement comprise entre 3mm et 10mm, soit $1/8^{ème}$ à $3/8^{ème}$ de pouce. Les cloisons 34 peuvent être en feuillard d'aluminium.

Le septum 40 est habituellement en matériau composite à matrice organique constitué d'un à cinq plis de tissu de renfort non représenté, ces tissus étant noyés dans une résine durcie par polymérisation, ces tissus étant habituellement constitués de fibres de verre, de carbone ou de Kevlar. Le septum 40 est également percé de trous 42 suivant un maillage régulier.

Le nid d'abeilles secondaire 50 est semblable au nid d'abeille primaire 30. Toutefois, son épaisseur ou la largeur de ses cellules peuvent être différents. On référencera 52, 54 et 56 respectivement ses alvéoles, ses cloisons et ses encoches de drainage lesquelles sont adjacentes à la peau pleine 60.

La peau pleine 60 est semblable à la peau acoustique 20, la peau pleine 60 n'étant toutefois pas perforée, le nombre et la composition des plis de tissu ainsi que la composition de la résine pouvant être différents.

On référencera 70 la colle permettant la liaison entre elles des différentes couches du panneau 10.

On se reportera maintenant à la figure 2. Dans cet exemple correspondant à la forme la plus générale, les trous 42 du septum sont disposés suivant des lignes 75 parallèles droites ou faiblement courbes, la distance entre deux lignes successives étant notée e, le pas entre deux trous 42 sur chaque ligne 75 étant noté p. Le taux de perforation T est alors donné par la formule : $T = s / e*p$.

Les trous sont percés au laser, le septum étant disposé sur une table ayant la même forme que lui, l'appareil de perçage étant disposé au bout d'un bras robot et parcourant le septum en suivant les lignes de perçage 75.

On se reportera maintenant à la figure 3. Sur cette figure, le septum 40 est vu à travers les alvéoles de l'un des nid d'abeilles 30, 50, par exemple à travers les alvéoles du nid d'abeille secondaire 50. Le nid d'abeille primaire 30 n'est par conséquent pas visible et ses cloisons 34 sont représentées en pointillé. La colle 70 est contre les cloisons 54 et s'étend un peu sur le septum jusqu'à une limite de collage 77, cette limite de collage 77 formant par conséquent une ligne fermée approximativement circulaire. Les trous 42 du septum 40 apparaissent à l'intérieur de la limite de collage 77, certains trous 42a étant obstrués par la colle maintenant le nid d'abeille primaire 30 sur le septum 40, ces trous obturés 42a étant au voisinage des cloisons 34 du nid d'abeille primaire 30. On référencera 42b les les trous dégagés.

On se reportera de nouveau à la figure 1.

Est effectuée par ailleurs l'acquisition des différentes couches 20, 30, 40, 50 et 60, cette acquisition comprenant le perçage des trous 22 de la peau acoustique 20 ainsi que des trous 42 du septum 40 et préencollage des couches. Dans une forme particulière de mise en œuvre sans incidence sur la présente invention, la peau pleine 60 peut être réalisée et collée sur le nid d'abeille secondaire en une seule opération et donc avec un seul cycle thermique.

On se reportera maintenant simultanément aux figures 2 et 4. .

L'assemblage du panneau est avantageusement, mais non obligatoirement, précédé d'un contrôle du taux de perforation du septum 40. Ce contrôle peut être exhaustif mais il sera de préférence effectué par échantillonnage pour en réduire le coût. Le contrôle peut être effectué de la façon suivante.

Scanner le septum 40 nu avec une caméra 84 numérique comportant un objectif 86 un éclairage 88,96 associé, cet éclairage 88,96 éclairant évidemment la zone du septum observée par la caméra 84, le septum 40 étant en pratique disposé sur un support 82, les images successives 92 ainsi obtenues étant transmises à un ordinateur 94, l'ordinateur établissant le taux de perforation T en appliquant la formule T = N1 / N dans laquelle N1 est le nombre de pixels 100 correspondants aux trous 42 et N le nombre de pixels de l'image 92. La résolution de la caméra et le rapport d'agrandissement de l'image 92 sont choisis pour que chaque trou 42 recouvre au moins 30 pixels sur l'image. Dans un mode préféré de réalisation, cette résolution est choisie pour que chaque trou 42 recouvre de 75 à 100 pixels sur l'image, la précision de la mesure étant par conséquent améliorée par la réduction de l'influence des pixels à cheval sur les bords des trous.

Dans le cas où on utilise un éclairage épiscopique 88, les pixels 100 correspondant aux trous 42 sont ceux dont le niveau lumineux est inférieur à un niveau seuil préétabli. Dans le cas où on utilise un éclairage diascopique 90, les pixels 100 correspondant aux trous 42 sont ceux dont le niveau lumineux est supérieur à un niveau seuil préétabli. Ce niveau seuil est établi par expérimentations pour donner la mesure la plus juste, c'est à dire pour que statistiquement la moitié des pixels à cheval sur le bord du trou ait un niveau inférieur à ce seuil et pour que l'autre moitié ait un niveau supérieur à ce seuil.

Au vu de ces résultats, l'opérateur rebute les septums 40 défectueux, c'est à dire dont le taux de perforations est hors tolérance et procède éventuellement à des modifications du réglage de la machine ayant effectué le perçage du septum 40.

On se reportera de nouveau à la figure 1.

L'assemblage comporte des opérations préliminaires de préencollage des différentes couches 20, 30, 40, 50 et 60 à assembler, ce préencollage étant effectué de préférence, mais non obligatoirement, de la façon suivante :

- la peau acoustique 20 est préencollée sur son coté qui sera au contact du nid d'abeille primaire 30 ;
- le nid d'abeille primaire 30 est préencollé aux extrémités des cloisons 34 qui seront au contact du septum 40 ;

- le septum 40 ne subit pas de pré encollage qui en obturerait les trous 42 car ceux-ci sont trop petits ;
- le nid d'abeille secondaire 50 est également préencollé aux extrémités des cloisons 54 qui seront au contact du septum 40 ;
- la peau pleine 60 est préencollée du coté qui sera au contact du nid d'abeille secondaire 50.

Après leur préencollage, on effectue ensuite l'assemblage des deux couches de nid d'abeille 30, 50, et éventuellement de l'une des deux peaux 20, 60, selon les méthodes bien connues, le sous-ensemble ainsi obtenu étant référencé 12. La surface d'au moins un nid d'abeille 30, 50 reste découverte et permet de voir le septum 40 au fond des alvéoles.

On se reportera maintenant à la figure 5. Le sous-ensemble 12 est contrôlé, d'une façon exhaustive ou par échantillonnage, de la manière suivante :
Scanner le sous-ensemble 12 avec une caméra 84 numérique comportant un objectif 86 un éclairage 88,96 associé, la caméra 84 prenant ainsi des prises de vue du septum 40 au fond des alvéoles du nid d'abeille 30, 50 entre le septum 40 et l'objectif 86, cet éclairage 88,96 éclairant évidemment la zone du septum observée par la caméra 84 au fond des alvéoles du nid d'abeille 30, 50, le sous-ensemble 12 étant en pratique disposé sur un support 82, les images successives 92 ainsi obtenues étant transmises à un ordinateur 94, l'ordinateur établissant le taux de perforation T en appliquant la formule $T = N1 / N$ dans laquelle N1 est le nombre de pixels non représentés correspondants aux trous dégagés 42b et N le nombre de pixels de l'image 92. La résolution de la caméra et le rapport d'agrandissement sont choisis pour que chaque trou 42 recouvre au moins 30 pixels sur l'image 92. Dans un mode préféré de réalisation, cette résolution est choisie pour que chaque trou 42 recouvre de 80 à 100 pixels sur l'image, la précision de la mesure étant par conséquent améliorée par la réduction de l'influence des pixels à cheval sur les bords des trous.
Dans le cas où on utilise un éclairage épiscopique 88, les pixels correspondant aux trous 42 sont ceux dont le niveau lumineux est inférieur à un niveau seuil préétabli, il arrive que la colle 70 apparaisse sur l'image avec un niveau lumineux également inférieur à ce seuil. Dans ce cas, l'ordinateur 94 délimite à l'intérieur de chaque alvéole la surface 76 du septum 40 non recouverte par la colle 70, l'ordinateur 94 recherchant ensuite les pixels correspondant aux trous dégagés 42b uniquement à l'intérieur des surface 76 ainsi délimitées. Cette délimitation met en œuvre une fonction d'analyse d'image bien connue permettant de définir une ligne fermée 77 approximativement circulaire et de taille

supérieure à un minimum donné, cette ligne fermée 77 étant alors une frontière entre une première zone dont le niveau lumineux est inférieur à un seuil prédéfini et une seconde zone dont le niveau lumineux est supérieur à ce même seuil, cette ligne fermée 77 correspondant à la limite de la propagation de la colle 70 sur le septum 40.

Dans le cas où aucune des deux peaux 20, 60 est encore assemblée, il est possible d'utiliser un éclairage diascopique 90, le procédé de contrôle étant alors identique au procédé de contrôle du septum nu précédemment décrit.
Le mode de contrôle diascopique permet une reconnaissance d'images plus simple car les trous dégagés 42b apparaissent très lumineux et avec un excellent contraste sur un font sombre. Il est par contre plus difficile à mettre en œuvre avec les grands panneaux car l'éclairage diascopique 90 situé derrière le panneau par rapport à la caméra 84 doit suivre les mouvements de cette caméra 84.

Dans le cas où on utilise un éclairage épiscopique 88, les pixels 100 correspondant aux trous 42 sont ceux dont le niveau lumineux est inférieur à un niveau seuil préétabli. Dans le cas où on utilise un éclairage diascopique 90, les pixels 100 correspondant aux trous 42 sont ceux dont le niveau lumineux est supérieur à un niveau seuil préétabli. Ce niveau seuil est établi par expérimentations pour donner la mesure la plus juste, c'est à dire pour que statistiquement la moitié des pixels à cheval sur le bord du trou ait un niveau inférieur à ce seuil et pour que l'autre moitié ait un niveau supérieur à ce seuil.

La résolution de la caméra et le rapport d'agrandissement de l'image 92 sont également choisis pour que chaque trou 42 recouvre au moins 30 pixels sur l'image. Dans un mode préféré de mise en œuvre, cette résolution est choisie pour que chaque trou 42 recouvre de 75 à 100 pixels sur l'image, la précision de la mesure étant par conséquent améliorée par la réduction de l'influence des pixels à cheval sur les bords des trous. Le rapport d'agrandissement de la caméra 84 ne doit cependant pas être trop élevé afin que cette caméra 84 ait un champs suffisant pour que chaque image 92 couvre complètement au moins une alvéole. En pratique, ce rapport d'agrandissement est de l'ordre de 3 à 6.

En pratique également, le taux de perforation du septum assemblé doit être égal à une valeur moyenne à plus ou moins 12%. Dans le cas où le taux de perforation après assemblage sort de ces limites, le septum 40 assemblé étant par conséquent défectueux, le processus d'assemblage du panneau 10 est interrompu.

Dans un mode particulier de mise en œuvre de l'invention, la peau pleine 60 est réalisée et collée au nid d'abeille secondaire 50. Cette disposition présente l'avantage de n'imposer à la peau pleine 60 qu'un seul cycle thermique assurant simultanément la polymérisation de la résine de la matrice et de la colle.

On comprend que la présente invention peut être mise en oeuvre avec différentes séquences d'assemblage du panneau acoustique, l'important étant que :

1. le contrôle du septum soit postérieur à son assemblage avec les deux nids d'abeilles qui lui sont adjacents,
2. le septum à contrôler soit visible de l'extérieur à travers les alvéoles d'au moins un nid d'abeille. Dans le cas où l'éclairage est épiscopique, il suffit que le septum soit visible à travers l'un des nids d'abeilles et on peut donc effectuer le contrôle après l'assemblage de l'une des peau. Dans le cas où l'éclairage est diascopique, le septum doit être visible à travers les alvéoles de chacun des nids d'abeilles et il est alors nécessaire que le contrôle du septum soit effectué avant tout assemblage des peaux.

On connaît aussi des panneaux acoustiques dits "à triple résonateurs" comportant successivement dans le sens de l'épaisseur : une peau acoustique, un premier nid d'abeille, un premier septum, un second nid d'abeille, un second septum, un troisième nid d'abeille et une peau pleine. La présente invention est applicable :

- au contrôle d'un premier septum assemblé avec les deux nids d'abeilles qui lui sont adjacents, l'éclairage étant épiscopique ou diascopique,
- au contrôle du second septum après son assemblage pour constituer un sous-ensemble comportant les deux septums et les trois nids d'abeilles, le contrôle étant alors effectué avec un éclairage épiscopique,
- au contrôle des deux septums après leur assemblage avec les trois nids d'abeilles, le contrôle étant effectué avec un éclairage épiscopique, l'assemblage pouvant être effectué en un seul cycle thermique en autoclave, avec les trois nids d'abeilles.

Revendications

1. Procédé d'assemblage et de contrôle d'un panneau acoustique en nid d'abeille à double résonateur, le panneau (10) étant constitué d'une pluralité de couches (20, 30, 40, 50 et 60) à assembler dans le sens de l'épaisseur du panneau (10), soit : une peau acoustique (20), un nid d'abeille primaire (30), un septum (40) percé d'une pluralité de trous (42), un nid d'abeille secondaire (50) et une peau pleine (60), le procédé comportant des opérations préliminaires d'encollage des différentes couches (20, 30, 40, 50 et 60) à assembler, caractérisé en ce que :

- on assemble dans un premier temps par collage les deux nids d'abeilles (30,50) avec le septum 40, le sous-ensemble ainsi obtenu étant référencé (12), les trous (42) du septum (40) encore dégagés étant référencés (42b) ;
- postérieurement à l'assemblage des deux nids d'abeilles (30, 50) avec le septum (40) et préalablement à l'assemblage de l'une au moins des deux peaux (20, 60), l'un au moins des nids d'abeilles (30, 50) étant ainsi découvert, on contrôle du taux de perforation du septum (42) en scannant le sous-ensemble (12) avec une caméra (84) numérique comportant un éclairage (88, 96) associé, la caméra (84) étant disposée du coté d'un nid d'abeille (30, 50) découvert, la caméra (84) prenant ainsi des prises de vue du septum (40) au fond des alvéoles du nid d'abeille (30, 50) découvert, cet éclairage (88, 96) éclairant la zone du septum (40) observée par la caméra (84), les images successives (92) ainsi obtenues étant transmises à un ordinateur (94), l'ordinateur (94) analysant les images (92) et établissant le taux de perforation T du septum (40) en appliquant la formule T = N1 / N dans laquelle N1 est le nombre de pixels (100) correspondants aux trous dégagés (42b) et N le nombre de pixels de l'image (92).

2. procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le contrôle du septum (40) est effectué préalablement à l'assemblage des deux peaux (20, 60) et en ce que l'éclairage (88, 96) est un éclairage diascopique (96).

3. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'éclairage (88, 96) est un éclairage épiscopique (88).

4. Procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce que sur les images (92), l'ordinateur (94) délimite, à l'intérieur de chaque alvéole, la surface (76) du septum (40) non recouverte par la colle (70), cet ordinateur (94) recherchant les pixels (100) correspondants aux trous dégagés (42b) uniquement à l'intérieur de ces surfaces (76).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendication 1 à 4 caractérisé en ce que la résolution de la caméra (84) et le rapport d'agrandissement des images (92) est approprié pour que chaque trou (42à) du septum (40) recouvre au moins 30 pixels (100).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que la résolution de la caméra (84) et le rapport d'agrandissement des images (92) est approprié pour que chaque trou (42à) du septum (40) recouvre au moins 75 pixels (100).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce qu'il est interrompu quand le contrôle du septum (40) assemblé montre qu'il est défectueux.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que la peau pleine (60) est réalisée et collée sur le nid d'abeille secondaire (50) en une seule opération.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que préalablement à l'assemblage du septum (40) avec l'un au moins des nids d'abeilles (30, 50), on effectue un contrôle du taux de perforation T du septum (40) nu en scannant le septum (40) avec une caméra (84) numérique comportant un éclairage (88,96) associé, cet éclairage (88,96) éclairant la zone du septum (40) observée par la caméra (84), les images successives (92) ainsi obtenues étant transmises à un ordinateur (94), l'ordinateur établissant le taux de perforation T en appliquant la formule $T = N1 / N$ dans laquelle N1 est le nombre de pixels (100) correspondants aux trous 42 et N le nombre de pixels de l'image (92).

10. Procédé selon la revendication 9 caractérisé en ce que l'assemblage du panneau (10) est interrompu quand le contrôle du septum (40) nu montre que ce septum (40) est défectueux.

11. Procédé selon la revendication 9 ou 10 caractérisé en ce que la résolution de la caméra (84) et le rapport d'agrandissement des images (92) est approprié pour que chaque trou (42a) du septum (40) recouvre au moins 30 pixels (100).

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11 caractérisé en ce que la résolution de la caméra (84) et le rapport d'agrandissement des images (92) est approprié pour que chaque trou (42à) du septum (40) recouvre au moins 75 pixels (100).

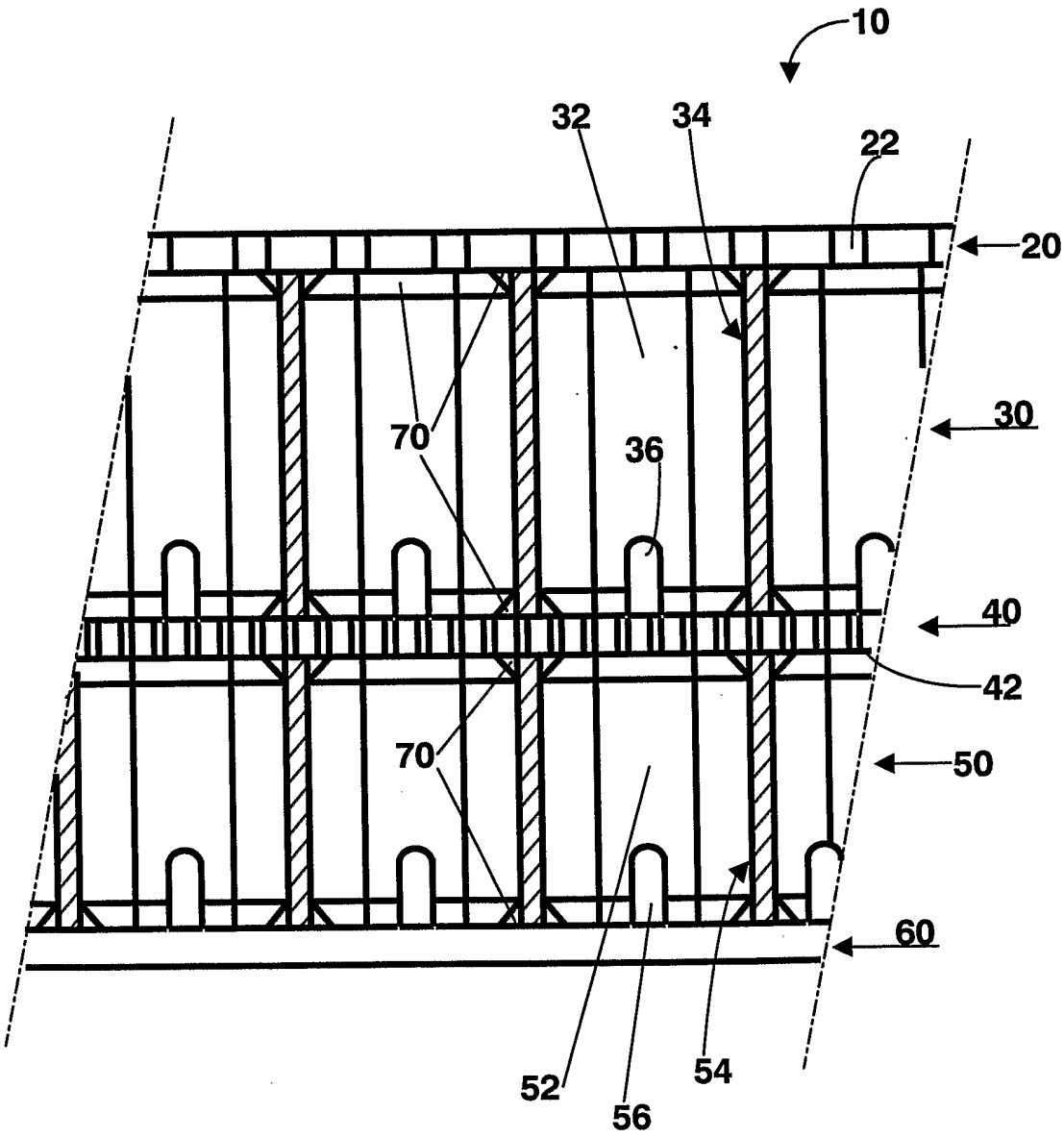


Fig : 1

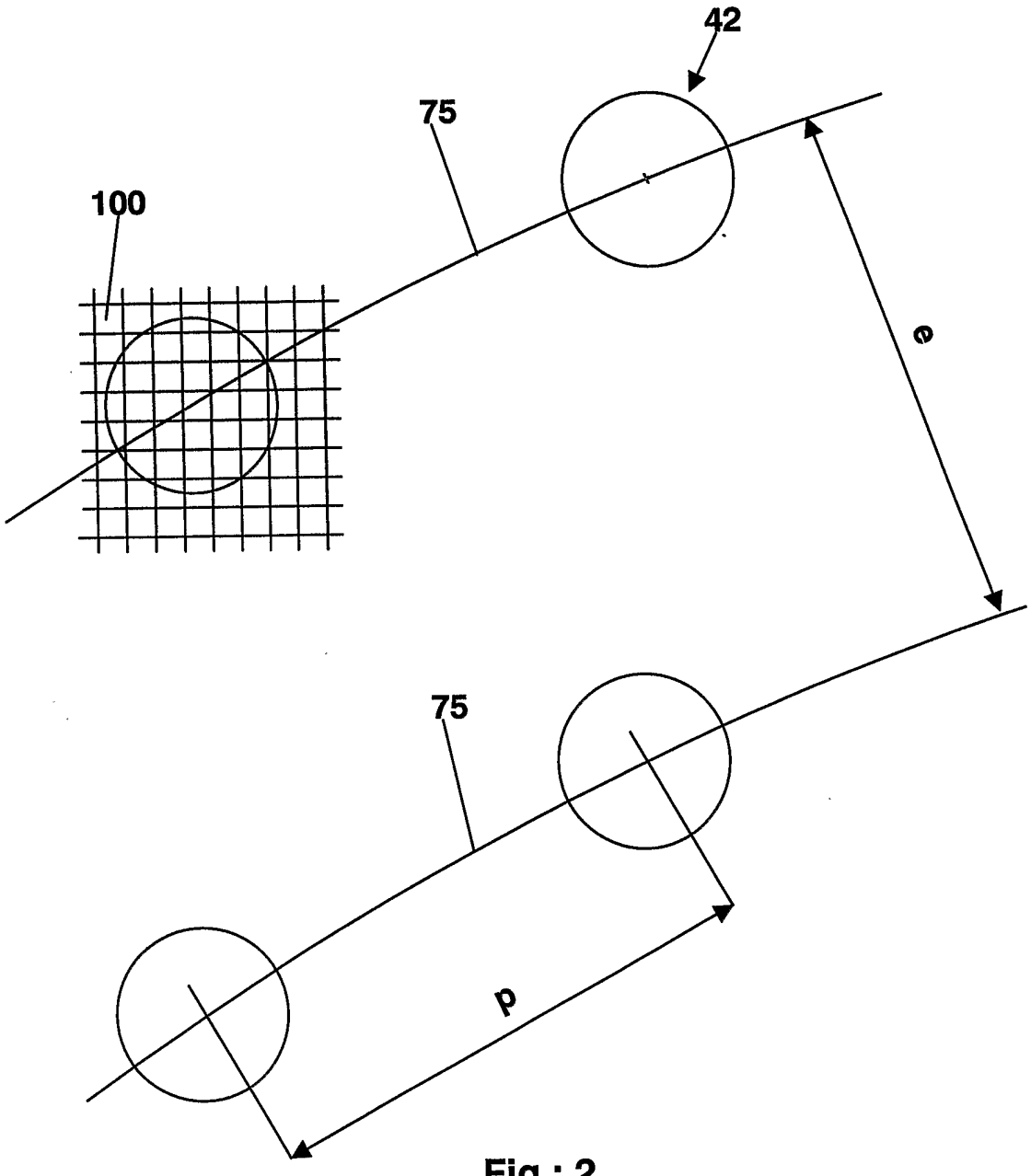


Fig : 2

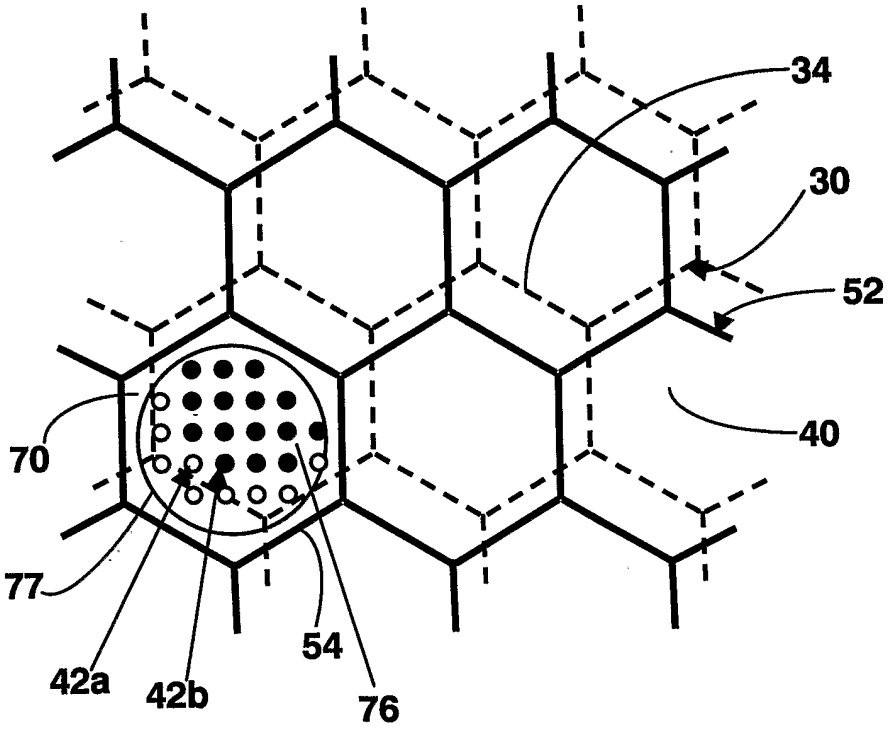
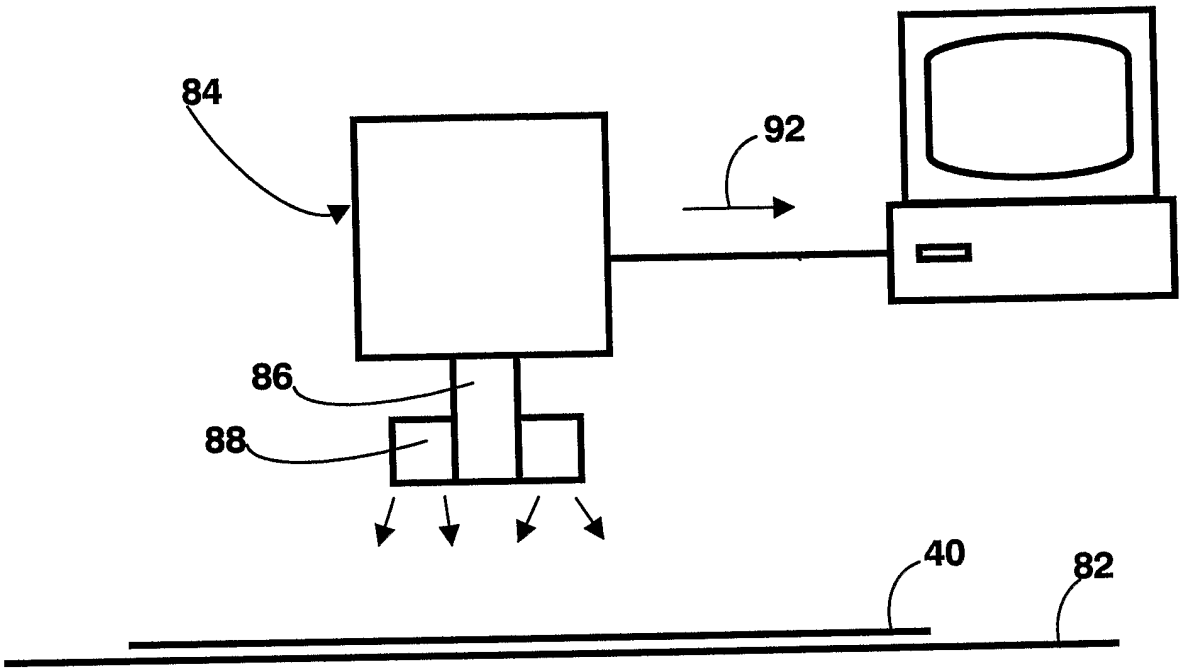


Fig : 3



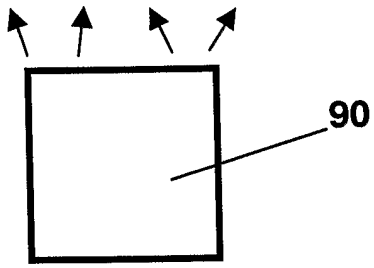


Fig : 4

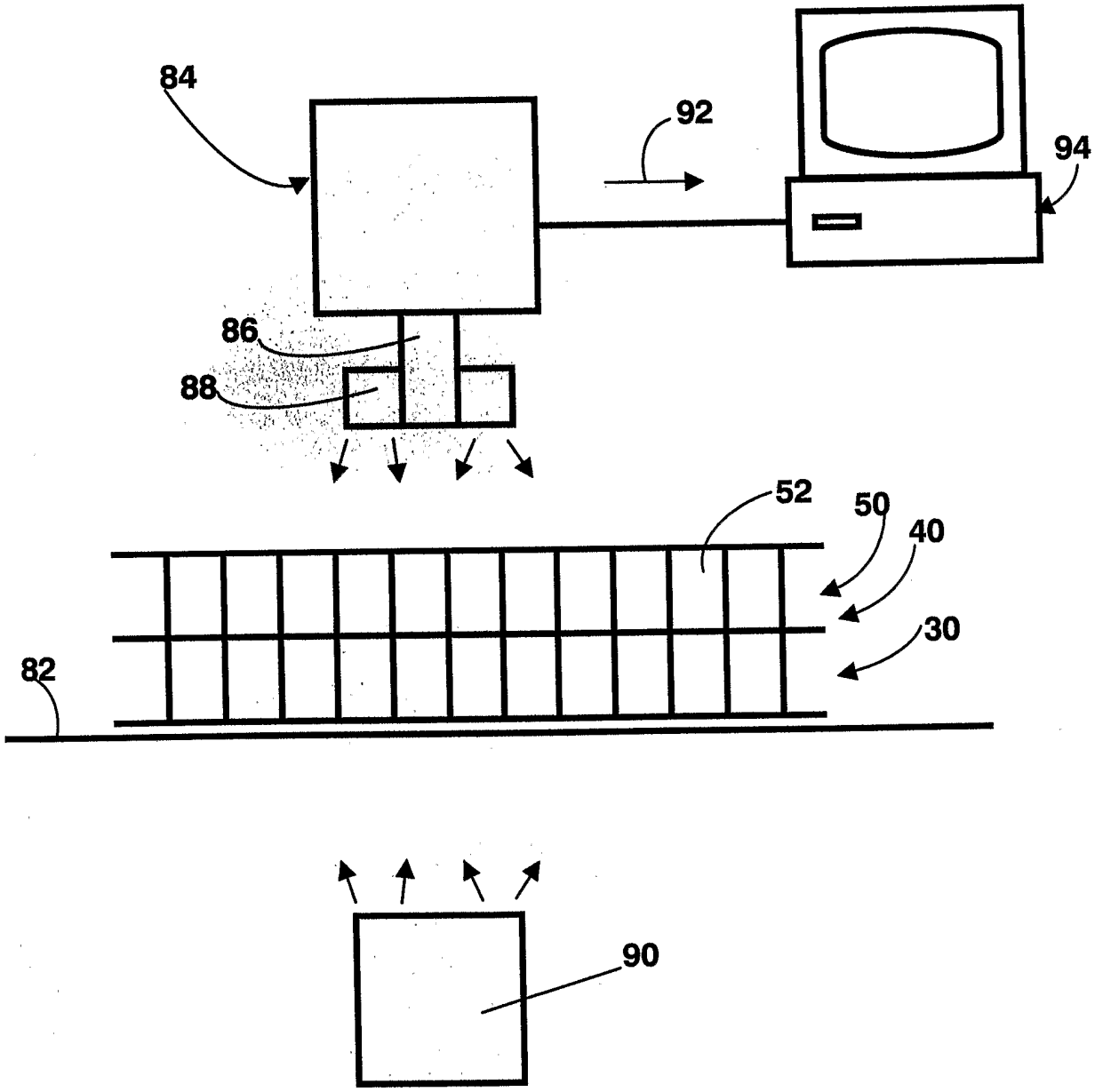


Fig : 5