

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 27.11.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 31.05.02 Bulletin 02/22.

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) : JOBERT PIERRE PAUL — FR.

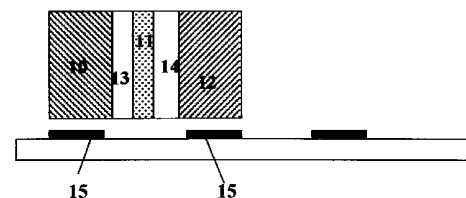
72 Inventeur(s) : JOBERT PIERRE PAUL.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : DGTEC.

54 DISPOSITIF DE CONTROLE DE CONFORMITE DE RESEAUX DE PISTES CONDUCTRICES POUR ECRANS PLATS.

57 Les écrans plats de visualisation comprennent en général un ou plusieurs réseaux d'électrodes qui doivent être exemptes de coupures et de courts-circuits. Un contrôle à de toutes les pièces doit donc être effectué. L'art actuel consiste soit à effectuer une analyse d'image par rapport à une référence, mais cette technique est longue et constitue une limitation dans la capacité des machines, soit à effectuer un contrôle électrique à l'aide de pointes de test appliquées sur les connecteurs des réseaux d'électrodes, mais avec des risques importants de dégradation de ces connecteurs. L'invention consiste en la mise en oeuvre d'une analyse de type capacitif en injectant dans le réseau d'électrodes [15] un signal périodique à l'aide d'une électrode [10] et en détectant le signal à l'aide d'une électrode [12] sur ce même réseau d'électrodes, les différentes électrodes étant isolées par des couches isolantes [13] et [14]. L'injection et la détection du signal se font sans aucun contact mécanique avec les électrodes [15] portées par le substrat. Le substrat portant les électrodes et les dispositifs d'injection et de détection de signal sont mus les uns par rapport aux autres pour effectuer le contrôle sur toute la surface du substrat.



- Les dispositifs de visualisation de type écrans plats comprennent en général un ou plusieurs réseaux d'électrodes chargés de créer au niveau de chaque pixel les conditions de tension ou de champ électrique propices au phénomène électro-optique désiré. La qualité de l'image créée dépend évidemment de la conformité de ces réseaux. En effet, toute
- 5 coupure conduira à une portion de ligne ou de colonne toujours noire ou blanche quel que soit le signal appliqué. De même tout court-circuit conduira à dupliquer l'information vidéo sur au moins deux lignes ou deux colonnes adjacentes. Il convient par conséquent, lors du procédé de réalisation, de s'assurer par un contrôle à 100% que les réseaux d'électrodes sont dépourvus de coupures ou de court-circuits.
- 10 Pour ce faire, différentes techniques sont habituellement mises en œuvre. Une première technique consiste à utiliser l'analyse d'image et à comparer les informations captées par un dispositif d'imagerie, tel qu'une caméra CCD par exemple, à l'information correspondant à une situation idéale, au moyen de logiciels appropriés de traitement de l'information vidéo. Ceci suppose d'une part l'analyse de la totalité de la surface de l'écran
- 15 qui peut être très grande devant la dimension du champ d'observation du dispositif d'imagerie. Cela suppose d'autre part la mise en œuvre d'algorithmes sophistiqués permettant de discriminer les défauts de type coupures ou court-circuits de tous les écarts détectés. La conséquence est une limitation du nombre de pièces contrôlées par heure, ce qui peut se révéler rédhibitoire dans le cas d'une production de masse.
- 20 Une seconde technique consiste à appliquer un signal de test au moyen de pointes à une extrémité de chaque électrode, et à vérifier à l'autre extrémité la présence dudit signal, et son absence sur les électrodes voisines. Simple dans son principe, cette technique souffre toutefois de trois inconvénients majeurs. Premièrement, la nécessité d'un contact mécanique peut conduire à une dégradation de la surface de l'électrode dans la zone de
- 25 contact, préjudiciable éventuellement au fonctionnement ultérieur du dispositif. Deuxièmement, le contrôle d'un très grand nombre d'électrodes (quelques centaines à quelques milliers) impose la mise en œuvre d'outillages comportant une pluralité de pointes de tests qui doivent être parfaitement positionnées par rapport au réseau d'électrodes. La versatilité de la technique est de ce fait réduite au regard d'éventuelles
- 30 variabilités de conception, et amène à des temps de réglage prohibitifs en cas de changement de produit à tester sur une même ligne de production. Troisièmement, la méthode mécanique se voit poussée à ses limites quand la résolution de l'écran augmente, c'est-à-dire quand la distance entre les électrodes à tester diminue.
- Une troisième technique consiste à produire l'image de la distribution de champ

électrique créée par le réseau d'électrodes. Deux limitations majeures apparaissent dans ce cas. Premièrement, par construction, la distance entre le capteur de champ et la pièce à traiter doit être très faible, c'est à dire quelques dizaines de microns au maximum, imposant ainsi des contraintes mécaniques drastiques dans le cas d'une pièce à contrôler de  
5 grandes dimensions. De plus, le champ d'analyse du système est également limité à quelques centimètres carrés. Deuxièmement, la technique demande une alimentation en signal électrique du réseau d'électrodes dans son intégralité, ce qui se traduit en général par une contrainte de conception du réseau, par exemple par la constitution in situ de bus reliant toutes les électrodes. Ces bus n'ont en effet pas d'autre objet que de subvenir à ce  
10 contrôle et devront donc être éliminés ultérieurement pour la réalisation pratique de l'écran de visualisation proprement dit.

L'ensemble des limitations des techniques existantes décrites plus haut démontre l'intérêt d'une technique d'analyse qui soit sans contact, versatile vis à vis des différentes conceptions, compatible d'une production de masse, adaptable à des pièces de différents  
15 formats, sans sophistication logicielle particulière.

La présente invention consiste en la mise en œuvre d'une analyse de type capacitif pour la détection des coupures et un court-circuits dans un réseau d'électrodes. La présente invention comporte premièrement un ou plusieurs dispositifs d'injection d'un signal périodique, deuxièmement un capteur comportant trois électrodes dont les fonctions sont  
20 la détection du signal et le blindage électrostatique, suivant des géométries adaptées au type de défaut à rechercher, et enfin troisièmement d'une électronique de traitement appropriée pourvue d'une fonction d'analyse en fréquence, qui est soit un filtrage fréquentiel soit une analyse de phase. L'ensemble des dispositifs d'injection et de détection sont alors déplacés relativement à la pièce à traiter, soit par un mouvement propre, soit en  
25 raison du déplacement de la pièce à traiter relativement au susdit ensemble, soit un mouvement combiné de l'ensemble des dispositifs d'injection et de détection et de la pièce à traiter.

Le dispositif d'injection, ou injecteur, est composé de deux électrodes, l'une dite électrode d'injection servant à l'injection proprement dite, l'autre servant au blindage  
30 électromagnétique. L'électrode d'injection est réalisée à l'aide d'une pièce métallique ou plus généralement d'une pièce isolante recouverte d'une couche conductrice, pourvue d'un moyen de connexion électrique et elle est portée au potentiel de test. La connexion électrique peut être réalisée par soudure ou par tout type de connecteur habituellement utilisé dans l'électronique. L'électrode de blindage, reliée à la masse électrique recouvre

la pièce précédente via une couche isolante, empêchant l'émission de rayonnements parasite. La forme de la pièce sera préférablement rectangulaire, mais plus généralement devra permettre une surface rectangulaire en regard avec les terminaisons des électrodes. La longueur de l'injecteur devra être au moins égale à la distance entre connecteurs plus un pas d'électrodes dans la zone des connecteurs du circuit à contrôler. La largeur de l'injecteur sera de l'ordre de grandeur de la même zone connecteur. On comprendra mieux l'invention au travers des figures 1a à 1c qui donnent un exemple d'injecteur situé au-dessus de la zone connecteur dans un cas tout à fait quelconque de conception du réseau d'électrodes. La figure 1a montre une vue de dessus d'une partie du circuit à contrôler de l'injecteur. Sur le substrat [1] est déposé un réseau d'électrodes [2] dites paires qui se terminent par une zone connecteur [3] et d'électrodes [2'] dites impaires. L'injecteur [4] est placé au-dessus du connecteur [3]. Sur la figure 1b en coupe, on retrouve le substrat [1], le connecteur [3] des électrodes paires. L'injecteur [4] placé au-dessus du connecteur [3] est composé d'une électrode d'injection [5], d'une couche isolante [6] et d'une électrode de blindage [7]. Un dispositif [8] permet la connexion de l'électrode d'injection au générateur de signal. La figure 1c montre une vue de dessous de l'injecteur, avec l'électrode d'injection [5], la couche isolante [6], l'électrode de blindage [7] et le connecteur de l'électrode d'injection [8]. Dans l'exemple de la figure 1a, l'injecteur recouvre la dernière électrode d'un connecteur et la première électrode du connecteur suivant. Dans un cas pratique tel que celui d'un panneau à plasma, une dalle colonne comprendra par exemple 2304 électrodes raccordées à 18 connecteurs de 128 pistes chacun. Pour un pas en zone utile de 0,4 mm, un pas de 0,2 mm en zone connecteur, la distance entre connecteur est alors de 19,2 mm, d'où un injecteur d'au moins 19,45 mm de long. La longueur d'un tel injecteur pourra être aussi grande que l'on veut pour autant que la distance entre ce dernier et la pièce à contrôler soit constante en tout point. En général les contraintes mécaniques conduiront à réduire la taille de l'injecteur à typiquement deux longueurs de connecteur, soit dans l'exemple ci dessus à 51,45 mm. La distance entre l'injecteur et la pièce sera de 0,2 mm typiquement, mais pourra être réduite à 0.05 mm si l'asservissement en distance le permet, et augmentée par exemple jusqu'à 2 mm si la puissance du signal injecté l'autorise. Cette distance sera contrôlée par tout moyen permettant de compenser les éventuels défauts de planéité de la pièce à contrôler. Ce moyen est composé d'un dispositif de mesure de distance d'une part, et d'un moyen de déplacement motorisé d'autre part réalisant ainsi la fonction d'asservissement en hauteur de l'injecteur par rapport à la pièce à contrôler. La lame d'air ainsi créée jouera le

rôle d'une capacité électrique entre l'injecteur et les pistes à contrôler, permettant ainsi par simple couplage capacitif de porter les pistes à un potentiel image induit par la source de signal.

Le capteur est constitué de trois électrodes parallèles, séparées par des couches isolantes  
5 de largeur et de longueur adaptées à la pièce à contrôler. Par commodité, la distance capteur pièce est maintenue constante au moyen d'un système d'asservissement du même type que pour l'injecteur décrit plus haut. Dans le cas de la détection d'électrodes coupées dans un réseau d'électrodes, l'électrode centrale est dédiée à la détection, grâce à un couplage capacitif entre les électrodes du réseau et l'électrode capteur. Les électrodes  
10 latérales sont portées à la masse pour assurer une bonne sensibilité spatiale à la détection et créer dans certains cas un couplage à la masse induisant des effets fréquentiels. Dans le cas de la recherche de court-circuit, une électrode latérale joue le rôle de l'injecteur décrit plus haut exploitant un premier couplage capacitif avec les électrodes du réseau, l'électrode centrale sert d'écran électrostatique à la troisième électrode qui servira de  
15 détecteur par un second couplage capacitif les électrodes du réseau.

Dans une variante de la réalisation de ce capteur, la géométrie des électrodes peut permettre de n'avoir que deux électrodes, une de détection du signal et l'autre de blindage électromagnétique. Cette électrode de blindage doit alors circonscrire autant que possible l'électrode de signal afin d'éviter toute perturbation électromagnétique. C'est par exemple  
20 le cas d'une électrode à géométrie cylindrique où l'électrode de détection est au centre, sur l'axe du cylindre, et l'électrode de blindage forme un tube autour de l'électrode de détection et isolé d'elle par une couche électriquement isolante.

Les figures 2a et 2b représentent le capteur dans le cas de la détection de coupures. Il est composé tel que représenté en figure 2a de trois électrodes [10], [11] et [12] séparées par  
25 un isolant [13] et [14]. Les électrodes [10] et [12] sont alors placées à la masse, et l'électrode [11] sert de capteur. Si la piste conductrice [2] est sous l'influence électrique de l'injecteur à son extrémité, extrémité non représentée sur la figure 2a, et qu'elle est exempte de coupure depuis cette même extrémité, le capteur détectera le signal injecté. Si l'électrode [2] est coupée, le capteur verra un potentiel différent, dépendant de l'état  
30 électrique des pistes conductrices voisines [2']. Si ces dernières sont placées au même potentiel que la piste [2] coupée, le capteur détectera une faible variation de potentiel. Si au contraire ces dernières sont placées à un potentiel différent avec un injecteur approprié, alors la variation sera plus importante. La figure 2b est une vue en coupe selon AA de la figure 2a. Dans le cas pratique d'un panneau à plasma, la largeur de l'électrode

[11] sera égale au moins à la largeur de la piste conductrice à mesurer, soit typiquement 160  $\mu\text{m}$  dans le cas d'un réseau colonne, et la somme des épaisseurs de l'électrode [11] et de l'isolant [13] sera égale à la distance entre électrodes, soit 240  $\mu\text{m}$  pour un pas de 400  $\mu\text{m}$ . La distance entre le capteur et la pièce à contrôler sera comparable à celle de l'injecteur c'est à dire typiquement 0,2 mm mais pourra être réduite à 0.05 mm si l'asservissement en distance le permet, et augmentée par exemple jusqu'à 2 mm si la puissance injectée le permet.

La figure 3a présente le cas du contrôle des courts-circuits entre deux pistes conductrices en zone de connecteur. La figure 3b est une coupe selon AA de la figure 3a. L'électrode [10] joue dans ce cas le rôle d'électrode d'injection. Elle est séparée de l'électrode [11] par la couche isolante [13]. L'électrode [11] sert d'écran électrostatique vis à vis de l'électrode [12] qui sera le détecteur, ces deux électrodes étant séparées par la couche isolante [14]. Les pistes conductrices [15] du substrat sont alors testées deux à deux, et si un court-circuit les relie en une zone quelconque de la pièce à traiter, l'électrode [12] qui sert de capteur verra un fort signal image du signal injecté. Dans le cas contraire, le détecteur verra un signal amoindri. La largeur des électrodes [10] et [12] sera typiquement égale à celle des pistes conductrices [15] et la somme des épaisseurs de l'électrode [11] et des isolants [13] et [14] sera égale à la distance entre pistes. Dans le cas pratique d'un écran à plasma, la largeur de l'électrode d'injection [10] et de détection [12] sera de l'ordre de 125  $\mu\text{m}$ , des couches isolantes [13] et [14] de 40  $\mu\text{m}$  et l'électrode [11] de 65  $\mu\text{m}$ . La distance entre le capteur et le substrat sera typiquement de 0,2 mm mais pourra être réduite à 0.05 mm si l'asservissement en distance le permet, et augmentée par exemple jusqu'à 2 mm si la puissance injectée le permet.

Le signal injecté est de type périodique, dont la sinusoïde est le cas le plus trivial mais qui peut suivant les cas être plus complexe. La plage de fréquence utilisable dans l'invention est très grande, allant de moins de la centaine d'hertz à plus de 100 kHz, mais la fréquence est typiquement comprise entre 10 kHz et 40 kHz, plus typiquement encore de 20 kHz. Une fréquence trop basse conduit à des impédances de couplage très élevées, préjudiciables à la puissance injectée dans le réseau de pistes conductrices. Une fréquence trop élevée conduit à des effets de rayonnement importants source de bruit au niveau du signal détecté. Toutefois, ces inconvénients peuvent être circonscrits par des techniques électroniques adéquates. La plage de tension du signal d'injection utilisable est très étendue, de moins de 1 volt à plus de 100 volts crête-crête, mais elle est typiquement comprise entre 5 volts et 24 volts crête- crête, est plus typiquement de 20 V crête-

crête. Une tension trop faible conduit à un signal détecté très difficile à extraire du bruit, et une tension trop élevée peut conduire à des phénomènes de décharge parasite, voire de claquages disruptifs. Toutefois, là aussi, ces inconvénients peuvent être circonscrits par des techniques électroniques adéquates. La forme du signal est par exemple sinusoïdale, mais pas obligatoirement. Dans certains cas, un signal carré ou triangulaire, ou plus généralement comportant un spectre étendu en fréquence, pourra être utilisé. Le signal injecté est transmis au capteur par les différents couplages capacitifs.

Le signal détecté par le capteur est analysé par une électronique appropriée à haut gain pourvue d'un dispositif d'analyse en fréquence. L'électronique de détection ne comporte pas de spécificités particulières, exploitant l'état de l'art de l'amplification, de la détection synchrone, des boucles de phase, et plus généralement des techniques permettant de détecter un signal de forme connue mais de tension inconnue et inférieure à 10 mV typiquement. Toutefois, une caractéristique de l'invention consiste en ce que le capteur est équipé d'un dispositif d'analyse en fréquence permettant d'analyser la piste conductrice à contrôler en terme de conductivité électrique. Par exemple, une sous-épaisseur localisée d'une piste conductrice augmentera sa résistance électrique. De même, une coupure d'une piste conductrice elle-même placée sur une autre piste conductrice de plus haute résistivité amènera à une variation de résistance de la piste à contrôler. Par le principe même de l'invention, le signal détecté est la conséquence de deux couplages capacitifs successifs, ainsi qu'il a été décrit plus haut. De plus, au niveau du capteur, dans sa configuration de détection des coupures, des couplages parasites à la masse existent entre la piste à contrôler et les électrodes de garde du capteur. De ce fait, une variation de résistance de la piste créera un effet différentiel en fréquence qu'un dispositif d'analyse en fréquence pourra aisément détecter. Par exemple, un circuit de filtrage fréquentiel permettra de distinguer les effets de la résistance parasite sur les différentes composantes du spectre en fréquence du signal injecté. Une autre configuration consiste en l'analyse de la phase du signal détecté, éventuellement relativement à la fréquence de la composante du spectre en fréquence du susdit signal.

Un premier avantage est la totale absence de contact mécanique entre le dispositif de contrôle et la pièce, évitant ainsi toute dégradation de la surface des électrodes et tout positionnement mécanique précis du capteur par rapport à la pièce à contrôler.

Un second avantage est la possibilité d'effectuer le contrôle après que les électrodes ont été recouvertes d'un autre matériau destiné à la réalisation de l'écran de visualisation. Par principe, la technique permet de contrôler la pièce au cours de son procédé de réalisation

pour autant que les couches déposées ne soient pas métalliques.

Un troisième avantage réside dans le fait que l'intégralité de l'électrode est contrôlée sans qu'une scrutation complète opérée par le capteur sur toute la longueur de l'électrode à l'aide d'un quelconque moyen mécanique ne soit nécessaire.

- 5 Un quatrième avantage provient de la capacité de la technique à effectuer les mesures à la volée, c'est à dire pendant que la pièce se déplace, rendant possible le contrôle pendant un transfert entre deux étapes du procédé.

Une variante de l'invention consiste à utiliser deux ou plus dispositifs d'injection d'un signal périodique qui peut être différent d'un injecteur à l'autre, ou plusieurs capteurs, ou  
10 simultanément plusieurs injecteurs et plusieurs capteurs.

Dans une seconde variante de l'invention et dans le cas ou au moins deux injecteurs sont utilisés, le signal périodique est déphasé d'un dispositif d'injection par rapport à l'autre ou aux autres. Par exemple dans le cas de l'utilisation de  $n$  dispositifs d'injection en même temps, les signaux injectés pourront être déphasés de  $\pi/n$ .

- 15 Un premier exemple d'application de l'invention consiste en la détection des courts-circuits entre pistes conductrices d'un écran matriciel à réseaux interdigités. On distingue sur la figure 4 une illustration schématique de cette conception très répandue. Sur le substrat [1], le réseau des pistes paires [2] et le réseau des pistes impaires [2'] constituant la zone utile [20], chacun d'entre eux relié à un ensemble de connecteurs situés de part et  
20 d'autre du substrat supportant les dits réseaux. Il y aura ainsi à gauche l'ensemble des connecteurs [3] du réseau d'électrodes paires [2], et à droite l'ensemble des connecteurs [3'] du réseau d'électrodes impaires [2']. Il s'agit de détecter le court-circuits entre les réseaux et à l'intérieur d'un même réseau, phénomène qui survient en particulier dans les zones des connecteurs [3] et [3'] elle-même ou possiblement dans la zone de raccord [30] ou [30'].  
25 La longueur et la forme de l'élément conducteur créant le court-circuit est à priori totalement quelconque, et peut de ce fait relier deux ou plusieurs pistes conductrices voisines. La mise en œuvre de la technique consiste en trois opérations successives comme il est décrit dans les figures 5a à 5c. La première opération, effectuée selon la figure 5a, réalise le test des courts-circuits sur le réseau impair constitué des électrodes  
30 impaires [2'], des zones de raccordement [30'] et des connecteurs [3']. Le capteur [4] dans sa configuration injecteur – masse – détecteur est alors placé au-dessus des zones connecteur impair [3'], et le substrat est déplacé sous le capteur dans la direction indiquée par la flèche. S'il n'y a aucun court-circuit, le signal au niveau du détecteur restera nul. S'il y a un court-circuit, un signal sera détecté. Dans ce cas il pourra s'agir d'un court-circuit

dans la zone utile [20], c'est à dire mettant en jeu l'autre réseau de pistes, ou bien d'un court-circuit interne au réseau testé dans la zone connecteurs [3'] ou dans la zone de raccordement [30']. La deuxième opération effectuée selon la figure 5b consiste à effectuer le même test au-dessus des zones de connecteurs du réseau pair constitué des électrodes paires [2], des zones de raccordement [30] et des connecteurs [3]. Le capteur [4'] dans sa configuration injecteur – masse – détecteur est alors placé au-dessus des zones connecteurs pairs [3], et le substrat est déplacé sous le capteur dans la direction indiquée par la flèche. S'il y a court-circuit, un signal sera détecté. Dans ce cas il pourra s'agir d'un court-circuit dans la zone utile [20], c'est-à-dire mettant en jeu l'autre réseau de pistes, ou bien d'un court circuit interne au réseau testé, dans la zone connecteurs [3] ou dans la zone de raccordement [30]. La troisième opération décrite sur figure 5c consiste à tester le court-circuits entre les deux réseaux pair et impair. Pour se faire, on utilise un injecteur [9] dans la configuration masse – détecteur – masse et placé du côté des connecteurs pairs [3] par exemple, ainsi qu'un capteur [4''] sur le côté des connecteurs impairs [3']. Le substrat est déplacé sous le capteur dans la direction indiquée par la flèche. Si aucun court circuit ne relie les réseaux pair et impair, le détecteur ne captera aucun signal significatif. Si au contraire un court-circuit existe en un endroit, le capteur détectera un signal image du signal injecté. Ainsi, en trois opérations successives décrites par les figures 5a, 5b et 5c et réalisées au moyen de trois capteurs et d'un injecteur judicieusement placés les uns par rapport aux autres, il est possible de détecter la présence de court-circuits et de localiser la zone où ils se situent en vue d'une réparation ultérieure.

Un second exemple d'application de l'invention consiste en la détection des coupures dans des réseaux de pistes conductrices interdigités. On distingue sur les figures 6a et 6b une illustration schématique de cette conception très répandue. Le réseau des pistes paires [2] et le réseau des pistes impaires [2'] constituant la zone utile [20], chacun d'entre eux relié à un ensemble de connecteurs respectivement [3] et [3'] situés de part et d'autre du substrat supportant les dits réseaux. Il s'agit de détecter les coupures à l'intérieur des réseaux, phénomène qui peut survenir à priori en tout endroit de la piste, dans la zone utile [20] ou dans les zones de raccordement [30] et [30']. La mise en œuvre de la technique comporte deux opérations successives. La première opération indiquée par la figure 6a consiste à tester les coupures du réseau impair. Pour ce faire un premier dispositif d'injection [9] est placé au-dessus de la zone connecteur [3] du réseau pair et un signal périodique lui est appliqué. Afin d'augmenter la sensibilité de la détection, un second dispositif d'injection [9'] est placé au-dessus de la zone connecteur du réseau impair

et le même signal déphasé de  $\pi/2$  lui est appliqué. Le capteur [4] dans sa configuration de contrôle des coupures, à savoir masse – détection – masse est placé au-dessus de l'extrémité des pistes conductrices du réseau d'électrodes paires [2], à la limite de la zone utile [20]. Le substrat est alors déplacé sous l'ensemble des dispositifs de contrôle dans la direction indiquée par la flèche. S'il n'y a aucune coupure, le signal détecté est en moyenne proche de zéro. Par contre s'il y a une coupure, l'élément de piste ainsi séparé de son réseau d'origine suit le potentiel du réseau opposé par simple couplage capacitif. Si l'électronique de détection est capable de distinguer la phase du signal détecté, l'information de sortie permettra d'indiquer la présence d'une coupure sur la piste du réseau impair correspondante. La seconde opération décrite en figure 6b consiste à tester les coupures du réseau pair. Pour ce faire un premier dispositif d'injection [9] est placé au-dessus de la zone connecteur [3] du réseau pair et un signal périodique lui est appliqué. Afin d'augmenter la sensibilité de la détection, un second dispositif d'injection [9'] est placé au-dessus de la zone connecteur [3'] du réseau impair et le même signal déphasé de  $\pi/2$  lui est appliqué. Le capteur [4] dans sa configuration de contrôle des coupures, à savoir masse – détection – masse est placé au-dessus de l'extrémité des pistes conductrices du réseau impair, à la limite de la zone utile [20]. Le substrat est alors déplacé sous l'ensemble des dispositifs de contrôle dans la direction indiquée par la flèche. S'il n'y a aucune coupure, le signal détecté est en moyenne proche de zéro. Par contre s'il y a une coupure, l'élément de piste ainsi séparé de son réseau d'origine suit le potentiel du réseau opposé par simple couplage capacitif. Si l'électronique de détection est capable de distinguer la phase du signal détecté, l'information de sortie permettra d'indiquer la présence d'une coupure sur la piste du réseau pair correspondante. Ainsi en deux opérations successives utilisant quatre dispositifs d'injection et deux capteurs est-il possible de détecter l'ensemble des coupures sur un substrat portant des réseaux de pistes conductrices interdigités. On peut cependant simplifier le montage en n'utilisant que deux dispositifs d'injection et deux capteurs, les deux dispositifs d'injection servant simultanément aux deux capteurs.

Un troisième exemple d'application de l'invention consiste en la détection des coupures d'une électrode fortement conductrice elle-même reposant sur une électrode faiblement conductrice. La technique d'investigation est identique à celle décrite dans le second exemple décrit ci-dessus. La différence réside dans l'analyse du signal détecté. La technique consiste à analyser le comportement en fréquence des différentes harmoniques

du signal détecté. Ainsi, une variation de résistance d'une électrode (qui dans le cas typique atteint un facteur deux) conduira t-elle à des effets dans la partie haute fréquence du spectre. Un dispositif de filtrage permettant de mesurer l'intensité des composantes hautes fréquences permettra de distinguer les pistes conformes et les pistes présentant au

5 contraire une conductivité trop faible.

Revendications :

- 1) Dispositif de contrôle de pistes conductrices caractérisé en ce que la technique employée est de type capacitif, que les signaux dédiés à l'injection sont périodiques, qu'ils sont injectés dans les pistes conductrices [2] et [2'] à contrôler sans contact mécanique avec ces pistes, que le dispositif d'injection de signal [4] composé d'au moins deux électrodes [5] et [7] dont une de blindage électromagnétique est utilisée conjointement avec un capteur de signal composé des électrodes [10] [11] et [12], que la détection du signal sur une piste conductrice se fait par couplage capacitif entre cette piste et le capteur qui comprend au moins une électrode de blindage électromagnétique et une électrode de détection du signal [11] connectée à un circuit électronique de détection et que le dispositif d'injection et le capteur sont déplacés relativement aux réseaux à contrôler.
- 2) Dispositif de contrôle de pistes conductrices caractérisé en ce que la technique employée est de type capacitif, que les électrodes d'injection de signal [10] et les électrodes de détection de signal [12] sont intégrées dans un même capteur qui contient également une ou plusieurs électrodes de blindage électromagnétique [11], que les signaux dédiés à l'injection sont périodiques, qu'ils sont injectés dans les pistes conductrices à contrôler [15] sans contact mécanique avec ces pistes, que la détection du signal sur une piste conductrice se fait par couplage capacitif entre cette piste et l'électrode de détection du signal connectée à un circuit électronique de détection, que la ou les électrodes de blindage électromagnétique sont reliées à la masse électrique et que le capteur est déplacé relativement aux réseaux à contrôler.
- 3) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que les dispositifs d'injection et de détection sont asservis en hauteur par rapport aux réseaux à contrôler
- 4) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que l'électrode de blindage est reliée à la masse électrique
- 5) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que les signaux employés dédiés à l'injection sont de type sinusoïdal.
- 6) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que les signaux employés dédiés à l'injection sont carrés ou rectangulaires avec des rampes de montée et de descente plus ou

moins abruptes.

- 7) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que les signaux employés dédiés à l'injection sont triangulaires.
- 5 8) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que plusieurs dispositifs d'injection de signal sont utilisés conjointement avec un même capteur de signal.
- 9) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que plusieurs dispositifs d'injection de signal  
10 sont utilisés conjointement avec plusieurs capteurs de signal.
- 10) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce qu'un dispositif d'injection de signal est utilisé conjointement avec plusieurs capteurs de signal.
- 11) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des  
15 revendications 1 à 2 et l'une quelconque des revendications 8 à 9 caractérisé en ce que les signaux employés dédiés à l'injection sont périodiques et déphasés les uns par rapport aux autres.
- 12) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des  
20 revendications 1 à 2 et l'une quelconque des revendications 8 à 9 caractérisé en ce que les signaux employés dédiés à l'injection sont périodiques et déphasés les uns par rapport aux autres dans un rapport  $\pi/n$  où  $n$  est le nombre de signaux employés
- 13) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que les électrodes [10], [11] et [12] du capteur sont parallèles les unes aux autres.
- 25 14) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon la revendication 1 caractérisé en ce que les électrodes du capteur sont concentriques les unes aux autres.
- 15) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que l'au moins un circuit de détection comprend un moyen d'analyse en fréquence.
- 30 16) Dispositif de contrôle de pistes conductrices selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que l'au moins un circuit de détection comprend une boucle d'asservissement des signaux injectés.

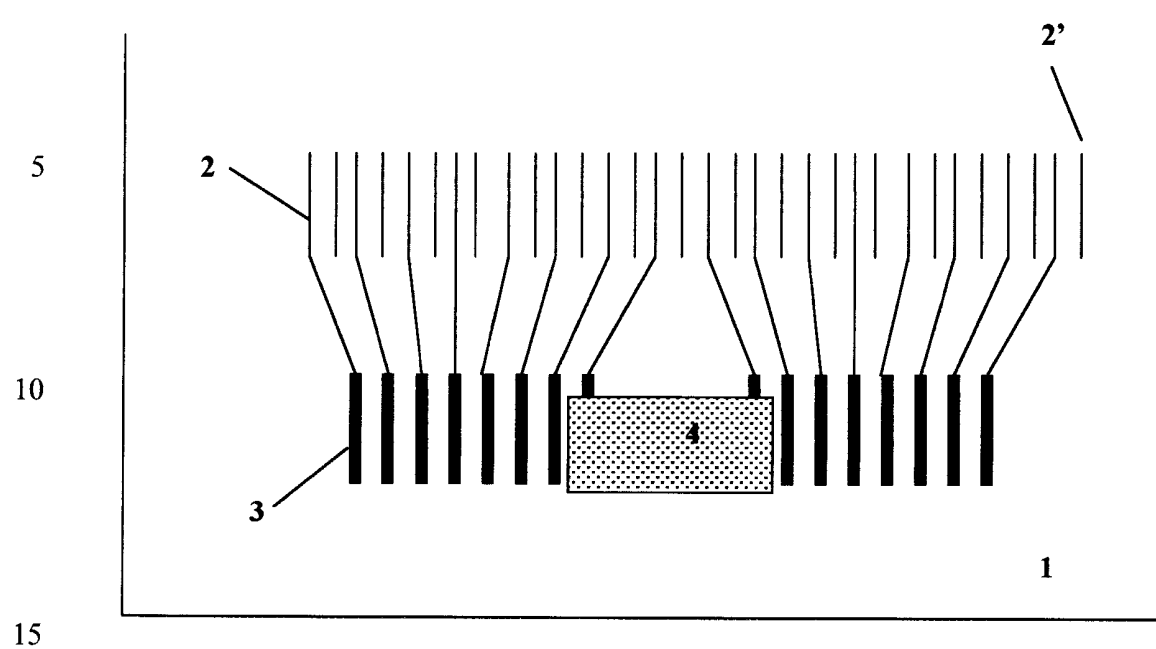


Figure 1a

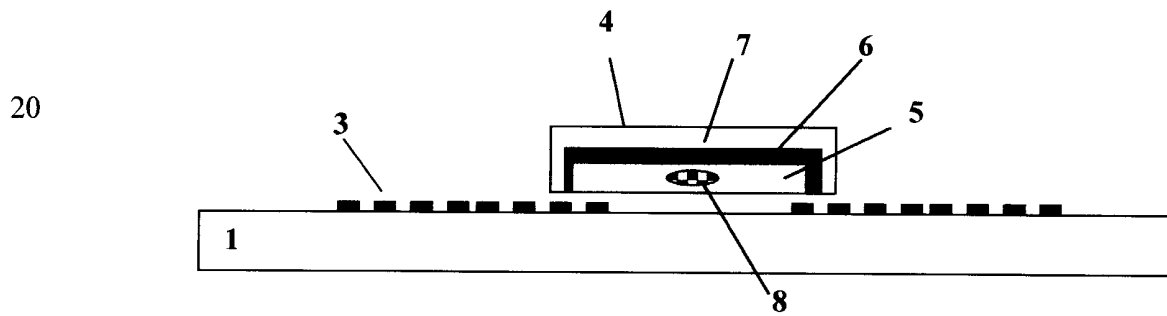


Figure 1b

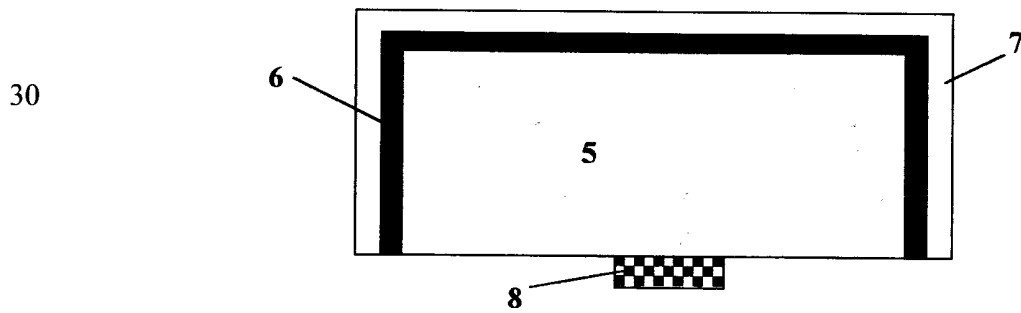


Figure 1c

2  
2 / 6

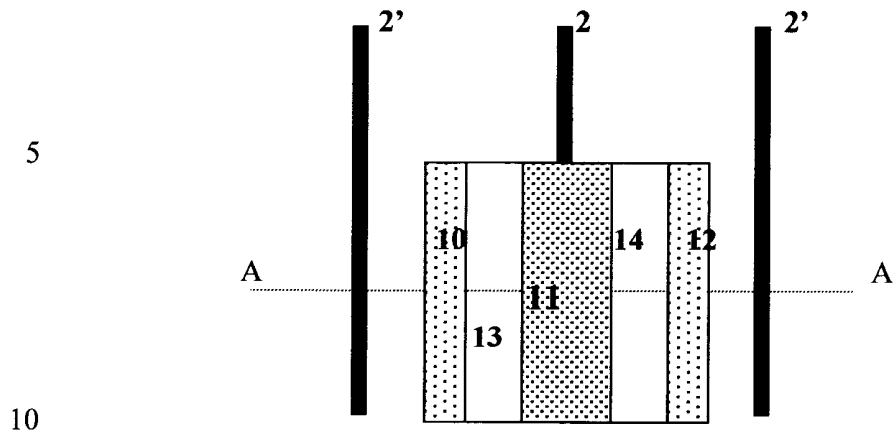


Figure 2a

15

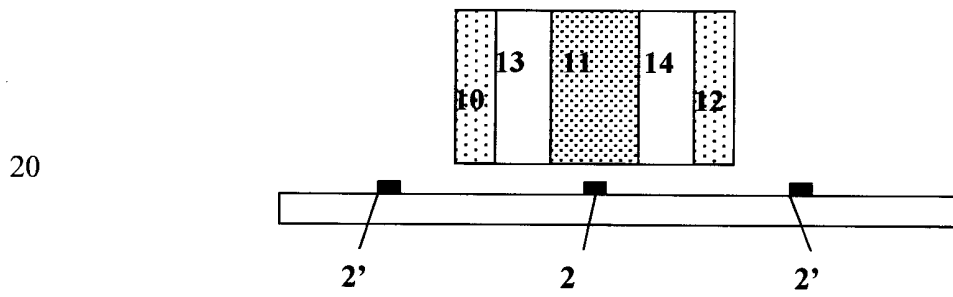


Figure 2b

25

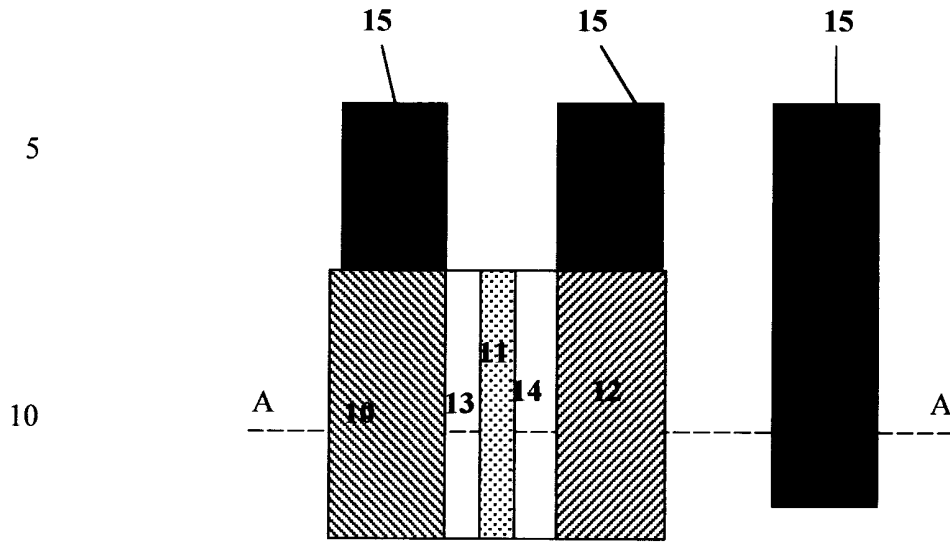


Figure 3a

15

20

25

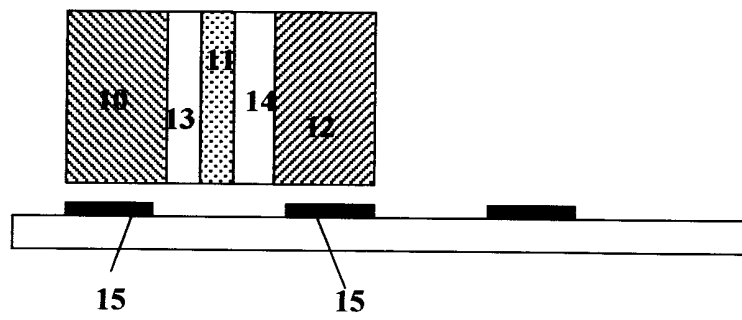


Figure 3b

30

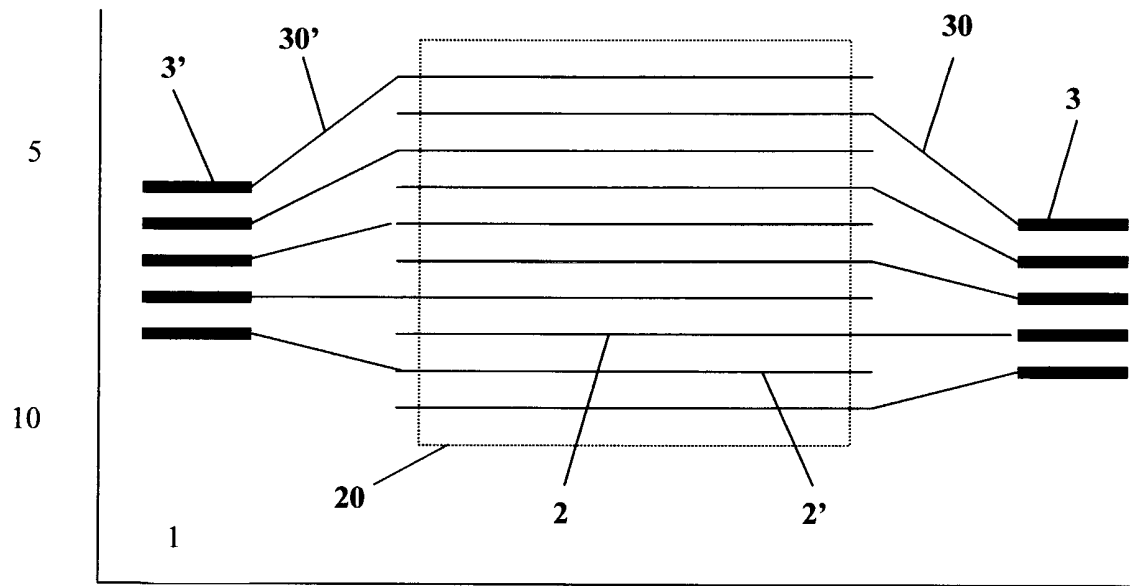


Figure 4

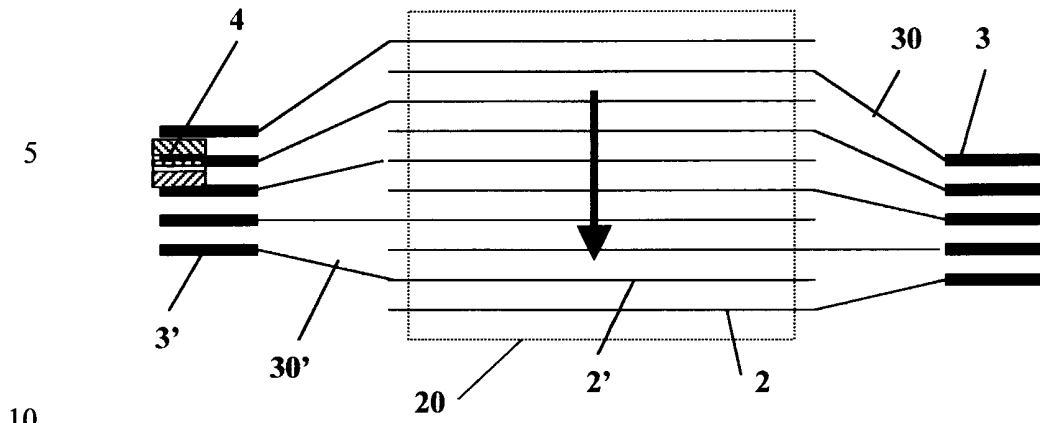


Figure 5a

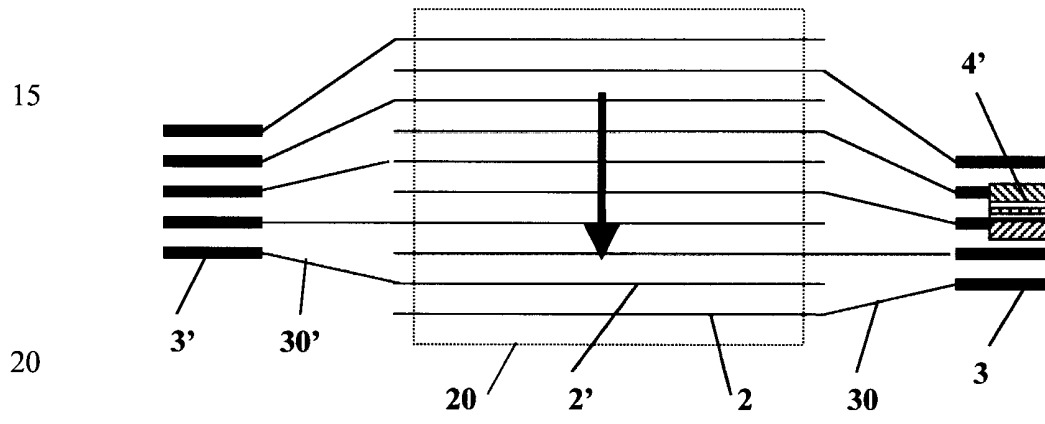


Figure 5b

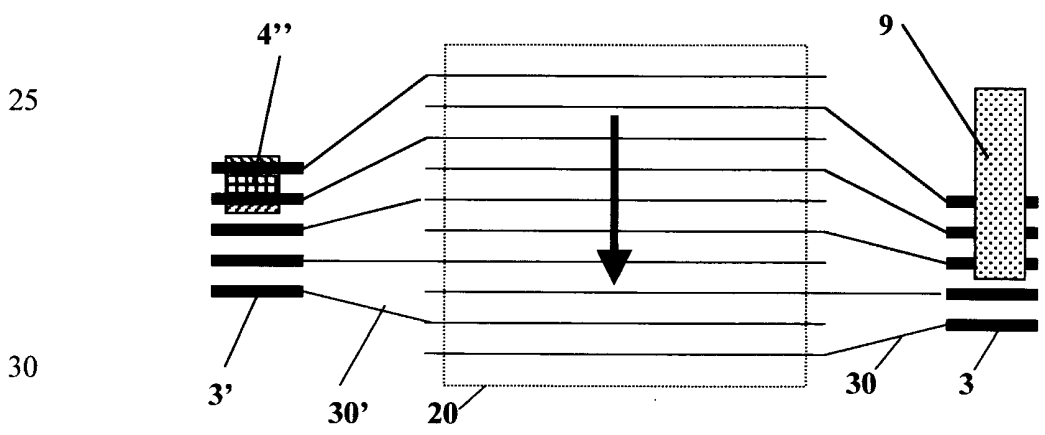


Figure 5c

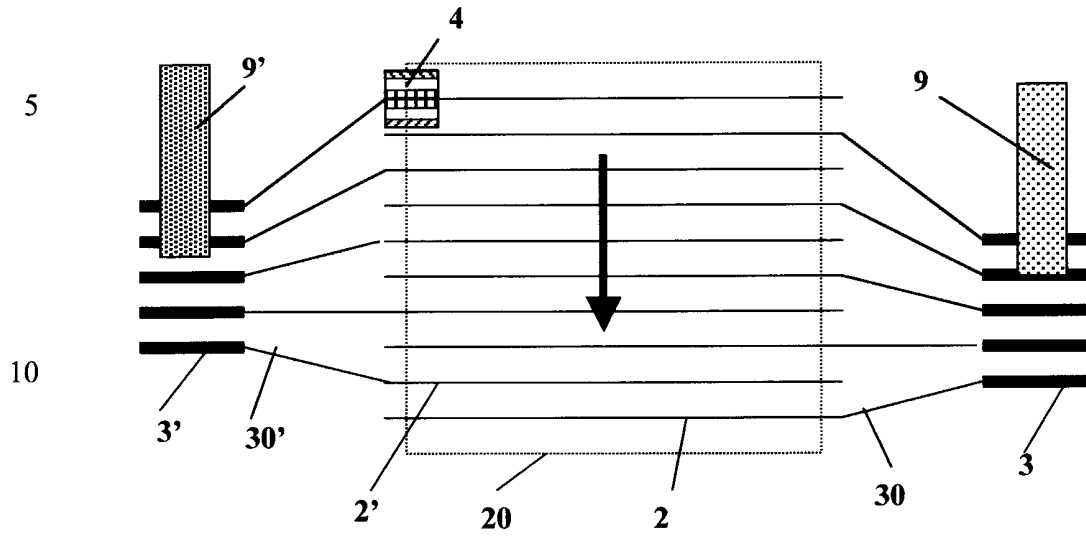


Figure 6a

15

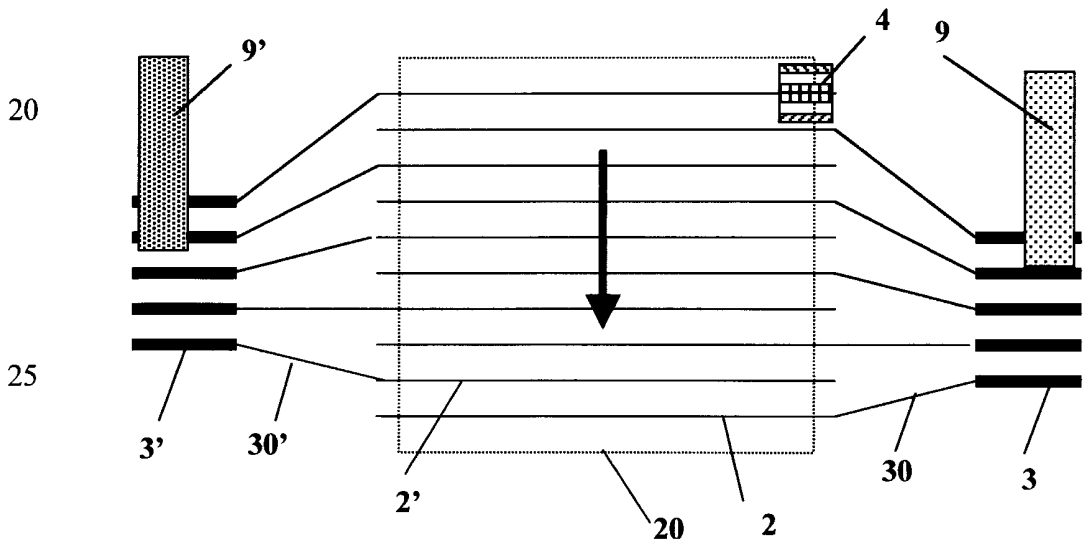


Figure 6b

30



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 598576  
FR 0015262

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	WO 99 65287 A (GOLAN HANAN ;WEBER RAVIV (IL); ORBOTECH LTD (IL); HARZANU BENYAMIN) 23 décembre 1999 (1999-12-23) * page 15, ligne 1 - page 19, ligne 29; figures 1-3 * * page 49, ligne 4 - page 51, ligne 7; figure 14 * ---	1-16	G01R31/312 G09F9/30
X	EP 1 022 571 A (NIHON DENSAN READ KABUSHIKI KA) 26 juillet 2000 (2000-07-26) * colonne 6, ligne 51 - colonne 9, ligne 39; figures 1,9 * ---	1-8, 11-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)  G01R
A	EP 0 636 887 A (GENRAD INC) 1 février 1995 (1995-02-01) * colonne 3, ligne 47 - colonne 5, ligne 17; figures 2,3 * ---	1,2	
A	US 5 486 753 A (KHAZAM MOSES ET AL) 23 janvier 1996 (1996-01-23) * abrégé * -----	1,2	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 août 2001		Hijazi, 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 ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	