

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 988 895

21 N° d'enregistrement national : 12 52854

51 Int Cl<sup>8</sup> : G 11 B 7/26 (2013.01)

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.03.12.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.10.13 Bulletin 13/40.

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) : ESSILEX Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : ANDRE PASCAL et HUIGNARD JEAN-PIERRE.

73 Titulaire(s) : ESSILEX Société par actions simplifiée.

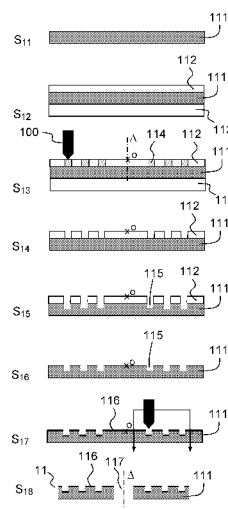
74 Mandataire(s) : CABINET OSHA ET ASSOCIES.

54 PROCÉDE DE FABRICATION D'UN SUPPORT DE STOCKAGE D'INFORMATIONS.

57 Selon un aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un support de stockage (11 - 14) d'une information codée destiné à être lu par un système de lecture optique présentant un élément de centrage pour le centrage d'un support de stockage, le procédé comprenant:

l'enregistrement par laser sur un substrat (111, 601, 611, 621) d'un signal correspondant à l'information codée pour former à partir d'un repère de référence donné un ensemble de zones (115, 605, 615, 625) de variation des propriétés physique du substrat détectables par le système de lecture optique;

- la découpe par laser dudit substrat pour en adapter la forme à celle de l'élément de centrage du lecteur optique, en prenant pour référence ledit repère de référence de formation desdites zones de variation du substrat.



FR 2 988 895 - A1



## ETAT DE L'ART

### Domaine technique de l'invention

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un support de stockage  
5 d'informations et un support de stockage obtenu par ce procédé. Elle s'applique notamment à  
la fabrication de supports d'informations destinés à la lecture optique, de type disques  
optiques ou mémoires optiques, à grande longévité et très grande précision de relecture.

### Etat de l'art

On connaît les méthodes classiques de fabrication des disques optiques, préenregistrés  
10 ou enregistrables, qu'ils soient de première génération (CD pour « Compact Disc »), de  
deuxième génération (DVD pour « Digital Versatile Disc ») ou de troisième génération (BD  
pour « Blu-Ray Disc »). Quel que soit le format du disque, la méthode de fabrication  
comprend la fabrication d'un disque Maître ou « glass master », puis la métallisation de ce  
15 disque par exemple par pulvérisation d'un alliage de nickel, la fabrication d'une matrice en  
Nickel par galvanoplastie et le pressage des disques optiques en polycarbonate, à partir de ce  
moule, au moyen de presses hydrauliques à grande vitesse. Les disques sont ensuite métallisés  
avec des métaux réflecteurs, par exemple de type aluminium ou argent ou alliages. Les  
informations portées par les disques ainsi obtenus se présentent sous la forme de micro-  
20 cuvettes ou « pits » dont les angles des parois sont peu pentus (environ 50 à 55 degrés) pour  
permettre le bon démoulage des disques lors de l'étape de pressage.

Du fait du procédé de fabrication, ces disques qui peuvent être obtenus en grand nombre  
et à bas coût, présentent cependant une certaine fragilité aux rayures, se dégradent dans le  
temps (oxydation, opacification) et peuvent se déformer. Par ailleurs, la qualité du signal est  
limitée, ceci étant dû notamment à l'angle faible des parois des micro-cuvettes qui introduit  
25 une gigue temporelle ou « jitter » à la lecture.

La demande de brevet publiée FR 2654864 décrit un procédé de réalisation d'un disque  
optique en verre de grande pérennité. Le procédé décrit comprend l'enregistrement de  
l'information codée sur un disque optique numérique de type « worm » (abréviation de  
« Write Only Read Many ») comprenant un substrat en matériau inorganique, par exemple du  
30 verre, une couche de résine thermosensible et une couche de protection. L'enregistrement  
comprend la formation d'une succession de trous obtenus par ablation thermique dans la

couche en résine thermosensible au moyen d'un faisceau laser modulé en fonction du signal à enregistrer. Il est alors procédé au retrait de la couche de protection puis à la gravure du substrat au moyen d'un plasma réactif en atmosphère de fluor agissant à l'endroit de ces trous, la couche en résine thermosensible formant un masque de gravure. Le reliquat de la couche thermo sensible est ensuite éliminé et la surface gravée du disque est revêtue d'une couche métallique réfléchissante.

Si le procédé décrit permet la réalisation de supports d'archivage à pérennité satisfaisante et de meilleure qualité que les disques en polycarbonate, du fait notamment de l'utilisation d'un substrat en matériau inorganique et de l'absence de l'étape de pressage, on constate cependant une précision de lecture imparfaite. En effet, l'enregistrement des données sur un disque optique numérique de type « worm » prédécoupé au format des disques habituels (avec une ouverture centrale de 15 mm et un diamètre externe de 120 mm) résulte en des défauts d'excentricité de l'information enregistrée.

Un objet de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication de supports de stockage d'informations à très grande pérennité et très haute qualité de lecture, tout en permettant une fabrication à moindre coût.

## RESUME DE L'INVENTION

Selon un premier aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un support de stockage d'une information codée destiné à être lu par un système de lecture optique présentant un élément de centrage pour le centrage d'un support de stockage, le procédé comprenant :

- l'enregistrement par laser sur un substrat d'un signal correspondant à l'information codée pour former à partir d'un repère de référence donné un ensemble de zones de variation des propriétés physique du substrat détectables par le système de lecture optique;
- la découpe par laser dudit substrat pour en adapter la forme à celle de l'élément de centrage du lecteur optique, en prenant pour référence ledit repère de référence de formation desdites zones de variation du substrat.

Le substrat est avantageusement du verre, du verre dopé, ou tout matériau dont la température de transition est supérieure ou égale à celle du verre pour assurer au support de stockage une grande pérennité. Les zones de variation des propriétés physiques du substrat

qui portent l'information codée peuvent être des trous en forme de micro-cuvettes ou des micro-bosses formant des « pits » en creux ou en relief, des zones de variation d'indice dans le substrat, des zones à changement de phase du matériau, des micro-réseaux de Bragg, des zones présentant des agrégats de particules, etc., ces variations des propriétés physiques résultant par exemple dans des variations de réflectivité ou de fluorescence sous illumination, visibles par un système de lecture approprié. Le repère de référence des zones du substrat portant l'information peut être par exemple un point de référence lorsque les zones de variation des propriétés physiques du substrat sont repérées par leurs coordonnées polaires ou des lignes de références lorsque lesdites zones sont repérées par leurs coordonnées cartésiennes. La mise en œuvre d'une découpe laser du substrat en prenant comme référence un élément de référence du motif formé par les zones du substrat portant l'information permet d'assurer une très grande qualité de lecture. Par exemple, lorsque le procédé est appliqué à la fabrication de disques optiques numériques, il permet la réalisation de disques optiques dont l'excentricité est inférieure à 10  $\mu\text{m}$ .

Selon une variante, l'enregistrement comprend en outre l'enregistrement à partir dudit point ou de ladite ligne de référence de marques pour la découpe laser ultérieure du substrat. Cela permet de réaliser la découpe par laser du substrat dans une étape ultérieure à celle de l'enregistrement et par exemple en utilisant un autre support tout en assurant le bon centrage ou alignement de la découpe par laser avec un élément de référence du motif formé par les zones portant l'information codée.

Selon une variante, un même support est utilisé pour le support du substrat dans les étapes d'enregistrement et de découpe par laser, pour faciliter le centrage ou l'alignement de la découpe par laser avec un élément de référence du motif formé par les zones portant l'information codée. Cela permet aussi de contribuer à l'automatisation de l'ensemble du procédé.

Selon une variante, l'enregistrement comprend le dépôt d'une couche sensible continue et uniforme sur le substrat, l'enregistrement du signal correspondant à l'information codée par activation localisée de la couche sensible, le développement de la couche active pour former des trous à l'endroit des zones activées ou, alternativement, en fonction de la nature de la couche sensible, à l'endroit des zones non activées de la couche sensible, et la gravure du substrat à l'endroit des trous permettant de former des « pits » en creux ou en relief dans ledit substrat, détectables par le système de lecture optique.

Selon une variante, une étape de dépôt d'une couche réfléchive, par exemple une couche métallique, est prévue avant ou après la découpe par laser du substrat.

Avantageusement, la gravure est une gravure humide dynamique qui permet une gravure à des vitesses beaucoup plus grandes que les procédés habituels par voie sèche.

5 L'étanchéité parfaite du procédé est assurée lors de la gravure humide dynamique comme dans toutes les autres étapes humides de l'enregistrement du fait que l'enregistrement se fait sur substrat plein et non sur un substrat prédécoupé.

Selon une variante, l'enregistrement comprend le dépôt d'une couche active inorganique et l'enregistrement des dites zones de variation des propriétés physiques du substrat par activation laser localisée de ladite couche selon le signal correspondant à l'information codée transmise par le faisceau laser. Il est possible dans certains cas de procéder au développement de la couche après activation pour former des « pits » en creux ou en plein. Selon une variante, l'activation localisée peut résulter dans des variations d'indice ou de transition de phase dans le matériau formant la couche active, permettant de former les zones de variation des propriétés physiques du substrat, sans nécessiter de phase de développement.

Selon une variante, l'enregistrement des dites zones de variation des propriétés physiques du substrat comprend la gravure localisée directement dans le volume du substrat, pour former des variations locales d'indice ou des micro-réseaux de Bragg, au moyen d'impulsions laser ultracourtes. L'enregistrement est alors réalisé en une seule étape.

Selon une variante, le procédé est adapté à la fabrication d'un support de stockage de type disque optique numérique, destiné à être lu par un système de lecture optique présentant un élément de centrage avec un axe de rotation de lecture. Dans ce cas, l'enregistrement par laser des dites zones de variation des propriétés physiques de substrat peut comprendre la rotation du substrat autour d'un axe de rotation donné, les dites zones de variation des propriétés physiques du substrat étant formées par rapport à un point de référence correspondant à l'intersection dudit axe de rotation avec le substrat.

Dans le cas du procédé adapté à la fabrication d'un disque optique numérique de format DVD, le procédé peut comprendre selon une variante:

30 - l'enregistrement par laser sur au moins l'un d'un premier et d'un second substrats d'un signal correspondant à de l'information codée pour former à partir d'un repère

de référence donné un ensemble de zones de variation des propriétés physiques du substrat détectables par le système de lecture optique sur l'au moins un desdits substrats;

- 5 - la découpe par laser desdits substrats pour en adapter la forme à celle de l'élément de centrage du lecteur optique, en prenant pour référence ledit repère de référence de formation desdites zones de variation des propriétés physiques desdits substrats ;
- la soudure par laser des deux substrats ainsi découpés.

10 Selon un second aspect, l'invention concerne tout support de stockage obtenu par le procédé selon le premier aspect, par exemple un support de stockage de type disque optique numérique dont l'excentrement inférieur à 10  $\mu\text{m}$ .

### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, illustrée par les figures suivantes :

- 15 - Figures 1A et 1B, des exemples comparatifs de procédés de réalisation de disques optiques numériques selon l'art antérieur et selon l'invention ;
- Figures 2A et 2B, des exemples comparatifs montrant des vues de dessus de produits intermédiaires obtenus, lors d'étapes des procédés décrits au moyens des figures 1A et 1B ;
- 20 - Figure 3, des courbes illustrant l'erreur de focalisation du système de lecture (« focus error » FE) et la gigue temporelle (« jitter ») en fonction de l'excentricité de l'ouverture centrale par rapport à l'axe d'enregistrement de l'information dans un disque optique numérique ;
- Figure 4, des courbes illustrant la gigue temporelle (« jitter ») en fonction de la symétrie de l'information enregistrée, pour des angles différents de parois de micro-cuvettes, dans un exemple de disque optique numérique ;
- 25 - Figures 5A à 5D, des schémas illustrant des étapes pour la découpe laser d'un disque optique numérique, selon un exemple de réalisation du procédé selon l'invention ;
- Figures 6A à 6C, des schémas illustrant des variantes de l'étape d'enregistrement du

signal, dans des exemples de réalisation du procédé selon l'invention ;

- Figures 7A à 7C des exemples de disques optiques numériques obtenus avec le procédé selon l'invention dans 3 formats de disque différents, respectivement, CD, DVD, BD.

5

## DESCRIPTION DETAILLEE

Les figures 1A et 1B illustrent par des exemples comparatifs un procédé de fabrication selon l'invention appliqué à la fabrication de disques optiques numériques (Figure 1B) et un procédé de fabrication de disques optiques numériques selon l'art antérieur, telle que décrit par exemple dans la demande de brevet FR 2654864 (Figure 1A).

Selon le procédé connu de la figure 1A, un substrat 101 en matériau inorganique, par exemple en verre, est prédécoupé (étape S<sub>11</sub>) pour présenter une ouverture centrale d'axe  $\Delta_1$  conforme aux formats de lecture des systèmes de lecture optique de disques. Il est ensuite disposé (étape S<sub>12</sub>) sur une machine d'enregistrement présentant un support 103 avec un cône de centrage 107 destiné à recevoir le substrat 101 en vue de l'enregistrement d'un signal correspondant à l'information codée à enregistrer. Le cône de centrage présente un axe  $\Delta_2$ . Une couche en résine thermosensible ou photosensible 102 est déposée sur le substrat 101. Lors de l'étape S<sub>13</sub>, il est procédé à l'enregistrement du signal, par exemple au moyen d'un faisceau laser symbolisé par la flèche 100, afin de former des zones 104 activées dans la couche en résine 102. Lors de l'étape S<sub>14</sub>, il est procédé au développement de la résine, de telle sorte à former un masque pour la gravure. La gravure est réalisée lors de l'étape S<sub>15</sub>, par exemple au moyen d'un plasma réactif en atmosphère de fluor pour former des trous ou « pits » 105. Le reliquat de la couche de résine est éliminé (étape S<sub>16</sub>) puis une couche réfléchissante 106 est appliquée (étape S<sub>17</sub>) pour former le disque optique numérique 10.

La figure 1B décrit les étapes d'un procédé de fabrication d'un support de stockage de type disque optique numérique selon un exemple de réalisation. Selon le procédé (étape S<sub>12</sub>), un substrat plein 111 est disposé sur une machine d'enregistrement dont un support 113 présentant un axe de rotation  $\Delta$  est représenté sur la figure 1B. Comme cela apparaît, il n'y a pas de pré-découpage du substrat. Le substrat est par exemple en matériau inorganique, par exemple en verre. Le substrat peut être en tout matériau qui présente une grande stabilité chimique et mécanique dans le temps, par exemple un matériau présentant une température de

transition  $T_g$  supérieure ou égale à celle du verre. Il peut s'agir par exemple de verre trempé, de céramique, de métal de type chrome-aluminium, afin d'augmenter la résistance à la température et à l'humidité, et donc la pérennité du support de stockage. Le substrat peut être en matériau transparent à la longueur d'onde de système de lecture si le système de lecture est tel que le faisceau de lecture traverse le substrat pour « lire » le signal enregistré, comme cela est le cas par exemple pour la lecture de disques optiques numériques de format CD ou DVD. Une couche sensible 112 est dans cet exemple enduite sur le substrat plein 111. La couche sensible est par exemple une couche photosensible, par exemple une résine photosensible positive. Une couche d'adhésif peut être appliquée sur le substrat plein 111 avant l'enduction de résine pour favoriser l'adhésion de la résine sur le verre. Les étapes  $S_{13}$  à  $S_{16}$  décrivent l'enregistrement du signal correspondant à l'information codée pour former dans cet exemple un ensemble de trous ou « pits » 115, présentant par exemple une forme de micro-cuvette. L'enregistrement comprend par exemple l'illumination par laser (représenté par la flèche 100) de la couche sensible 112, le développement (étape  $S_{14}$ ), la gravure (étape  $S_{15}$ ) et l'élimination du reliquat de la couche sensible (étape  $S_{16}$ ). L'illumination laser est faite par exemple au moyen d'une source laser émettant à une longueur d'onde de sensibilité de la couche sensible 112, par exemple une diode laser, qui se déplace radialement tandis que le support 113 est en rotation autour de son axe  $\Delta$ . L'intensité de la source laser est modulée en fonction du signal à enregistrer, sous la forme d'une information codée, qui peut être caractéristique d'une information audio, vidéo ou de data. Les pits 115 résultants présentent ainsi des longueurs et des espacements caractéristiques de l'information codée. Il est ensuite procédé au dépôt d'une couche réfléchissante 116 (étape  $S_{17}$ ) et à la découpe par laser du substrat (étapes  $S_{17}$ ,  $S_{18}$ ) pour former une ouverture centrale intérieure 117 et la découpe extérieure, les découpes étant symbolisées par les flèches 120, afin d'adapter la forme du substrat à celle de l'élément de centrage du lecteur optique. On obtient alors le disque optique numérique 11. Selon une variante, le dépôt de la couche réfléchissante 116 (étape  $S_{17}$ ) peut être fait après la découpe du substrat par laser, si le contraste procuré par les « pits » 115 est suffisant pour procéder au repérage des zones formant repère de référence pour la découpe.

Comme cela apparaît sur la figure 1B, les trous ou « pits » 115 dont les longueurs et l'espacement permettent de coder l'information, sont formés, du fait du procédé d'enregistrement, à partir d'un point de référence O, point d'intersection de l'axe de rotation  $\Delta$  du support 113 de la machine d'enregistrement avec le plan de la couche sensible 112. Les trous 115 ou « pits » peuvent ainsi être repérés par leurs coordonnées polaires par rapport au point de référence O. Lors de l'étape ultérieure de découpe ( $S_{17}$ ,  $S_{18}$ ), le même axe de

référence  $\Delta$  est utilisé pour la découpe laser intérieure et extérieure du substrat. Par exemple, le même support 113 est utilisé pour procéder à la découpe laser. Selon une variante, lors de l'enregistrement ( $S_{13}$ ), des marques pour la découpe sont réalisées et la découpe laser peut se faire ultérieurement en se guidant sur les marques pour la découpe. La découpe se fait ainsi en prenant pour référence le même point de référence O pour la formation des trous ou « pits » 115. De ce fait, la référence de lecture donnée par l'ouverture centrale 117 sera donnée par l'information elle-même. Dans le procédé selon l'art antérieur tel que décrit sur la figure 1A, il n'y a pas de corrélation entre l'axe  $\Delta_1$  de l'ouverture centrale du disque 10 destinée à recevoir le cône de centrage d'un système de lecture et l'axe  $\Delta_2$  d'enregistrement des informations (étape  $S_{13}$ ). Il y donc le plus souvent un décalage entre les axes  $\Delta_1$  et  $\Delta_2$ .

Cet effet est illustré sur les figures 2A et 2B qui représentent de façon schématique des vues de dessus de produits intermédiaires obtenus lors des étapes  $S_{11}$  et  $S_{13}$  des procédés décrits sur les figures 1A et 1B. Lors de l'étape  $S_{11}$  du procédé selon l'art antérieur (figure 1A), on observe le substrat 101 prédécoupé au format du système de lecture. Il présente une ouverture 107 destinée à recevoir le cône de centrage (non représenté) du système de lecture. L'axe  $\Delta_1$  définit donc la référence pour la lecture. Lors de l'étape  $S_{13}$  d'enregistrement au moyen d'une machine d'enregistrement présentant un support 103 et un cône de centrage (non représenté) en rotation autour d'un axe  $\Delta_2$ , l'information se trouve enregistrée sous forme de zones symbolisées dans cet exemple par le disque 104, dont le centre se trouve à l'intersection de l'axe  $\Delta_2$  et du plan du substrat. Il en résulte un décalage ou excentricité ( $\epsilon$ ) entre les axes de référence des zones d'information et de lecture. Au contraire, dans le procédé illustré sur la figure 1B, la découpe étant faite ultérieurement (étape  $S_{18}$ ) en prenant pour référence l'axe de référence des zones 114 contenant l'information, ce décalage est très fortement réduit.

La figure 3 illustre à titre d'exemple l'influence de l'excentricité  $\epsilon$  (en  $\mu\text{m}$ ) sur le défaut de focalisation (ou FE pour « focus error ») d'une diode de lecture (courbe 32, en %) et la gigue temporelle ou « jitter » (courbe 31, en ns). La gigue temporelle exprime la variation moyenne de longueur d'un trou ou « pit » par rapport aux pits théoriquement de même longueur, mesurée sur un tour entier ou sur une fraction de tour, par rapport à une vitesse de rotation donnée du support d'enregistrement. Le défaut de focalisation de la diode de lecture mesuré en pourcentage correspond à l'écart entre la distance de focalisation effective et la distance de focalisation idéale sur le disque. Ces paramètres sont mesurés par exemple au moyen d'un « testeur » qui compare le disque à tester par rapport à un disque de référence, parfaitement centré. En pratique, le procédé selon l'invention permet de réduire très nettement

l'excentricité des disques obtenus à une valeur inférieure à 10  $\mu\text{m}$ , permettant ainsi une excellente qualité de lecture.

Outre la qualité de lecture accrue des disques optiques obtenus selon le procédé décrit ci-dessus, d'autres avantages peuvent être mentionnés.

5 Notamment, en procédant à l'étape de découpe après celle d'enregistrement, on obtient une bien meilleure uniformité d'enduction de la couche sensible (112, figure 1B). En particulier, on évite les effets de pente intérieure et effets de bords extérieurs qui apparaissent sur un disque pré découpé (107, figure 1A). Cette qualité du substrat conservée tout au long du procédé permet notamment de profiter d'une capacité complète du format de référence, des  
10 « pits » pouvant être formés aussi près des bords intérieur et extérieur, comme cela est visible sur la figure 1B.

Par ailleurs, l'enregistrement sur disque plein permet de s'affranchir de problèmes d'étanchéité qui peuvent survenir pendant toutes les étapes humides de l'enregistrement, notamment les phases de dépôt d'adhésif, d'enduction de la résine, et de développement.

15 Grâce à l'étanchéité totale du procédé selon l'invention, il est également possible de remplacer l'étape de gravure par voie sèche en plasma (étape S5) par une étape de gravure humide dynamique. Les procédés utilisés actuellement pour graver le verre par voie sèche en plasma sont à base de gaz de type fluoroforme CHF<sub>3</sub> (par exemple hexafluorure de soufre SF<sub>6</sub>, fluorure de césium CF<sub>8</sub>). Ces gaz se trouvent ionisés dans la chambre à vide et la partie  
20 Fluor se combine avec la silice du verre en donnant des gaz volatils (SiF<sub>4</sub>). Le procédé dure environ 5 à 10 minutes auquel il faut ajouter les temps de chargement et déchargement (environ 2 à 3 minutes). Dans le procédé par voie humide, on utilise une solution de fluorure d'hydrogène/fluorure d'ammonium (HF/NH<sub>4</sub>F) stabilisée et très diluée pour graver la silice du verre. Il suffit d'une vingtaine de secondes pour graver la même profondeur. Le fait de  
25 développer en dynamique, c'est-à-dire avec un substrat en rotation permet d'augmenter la vitesse de réaction de gravure. La vitesse de gravure dépendra alors peu de la température, mais plus du débit et de la vitesse de rotation. Le temps définira ainsi la profondeur désirée. Avantageusement, dans une deuxième phase, la couche sensible, par exemple une photo-résine, est éliminée facilement avec un solvant (au lieu de la phase de « stripping » Oxygène  
30 qui dure aussi 5min) pour ne laisser que les micro-cuvettes gravées dans le verre. On obtient alors une vitesse de gravure de 5nm/sec soit 300nm/min en moyenne, au lieu de 20nm/min avec le procédé classique par voie sèche ou 50nm/min par gravure humide statique (en bac) à la même concentration.

Quel que soit le procédé de gravure, on cherchera avantagement à obtenir des micro-cuvettes ou des micro-bosses avec des bords les plus pentus possibles. A chaque flan de pit correspond un « 1 » qui doit être le plus court possible grâce à cette pente, le reste n'est lu que comme « 0 ».

5 La figure 4 montre la gigue temporelle ou « jitter » mesurée en fonction de la symétrie des micro-cuvettes 105 pour deux angles, respectivement  $45^\circ$  (courbe 41) et  $60^\circ$  (courbe 42). La symétrie est donnée en pourcentage et exprime la différence de longueur de la partie creuse de la micro-cuvette ou « pit » et celle de la partie pleine ou « land ». Une symétrie de 0 correspond à un format de disque optique numérique dans lequel les longueurs des pits et des  
10 lands sont identiques, pour une taille de pit donnée. Dans les formats dits asymétriques, le paramètre de «symétrie » ou d'« assymétrie » représente le pourcentage de variation du pit par rapport au land. On observe qu'il existe toujours une symétrie ou une asymétrie optimale qui dépend du format du système de lecture. Pour cette valeur d'asymétrie optimale, autour de -10% dans l'exemple de la figure 4, on observe que plus l'angle des parois des micro-cuvettes  
15 formant les trous ou « pits » est grand, plus la gigue temporelle est faible. Idéalement, on cherche à former des micro-cuvettes dont les parois forment un angle proche de  $90^\circ$  avec le plan du substrat.

Par ailleurs, la découpe laser réalisée après l'étape d'enregistrement permet une meilleure qualité de découpe que celle obtenue par les procédés traditionnels de pré  
20 formatage, par exemple par usinage ou meulage. On s'affranchit notamment par découpe laser des microfissures ou résidus formant des points d'amorce dus au contact mécanique lors de la découpe classique et fragilisant énormément les bords intérieurs et extérieurs de ces disques. En outre, la découpe du substrat ultérieure à l'enregistrement du signal permet l'utilisation de substrats standards non prédécoupés, le choix de la dimension finale du support de stockage,  
25 rendant le procédé dans son ensemble moins coûteux mais aussi plus facile à automatiser et plus flexible, la découpe pouvant être faite à la suite de l'enregistrement, sur une même machine.

Les figures 5A à 5D décrivent selon un exemple des étapes de mise en œuvre de la découpe intérieure et extérieure du disque, permettant d'assurer le centrage de la découpe sur  
30 le point de référence du motif formé par les zones du substrat contenant l'information codée. Dans une première étape (figure 5A), le substrat plein 55 contenant l'information enregistrée par exemple sous forme de trous ou « pits » est placé sur un double plateau glissant (57, 58) où il est maintenu par le vide. Le double plateau tourne autour d'un axe 56. Une caméra 52 équipée d'un objectif grossissant est placée à un rayon précis (par exemple 60 mm) de l'axe

de rotation du double plateau et détecte la différence de variation de luminosité réfléchissante du motif enregistré, pendant cette rotation. Si le motif 53 ainsi imagé par la caméra oscille pendant que l'ensemble tourne (Figure 5B), le premier plateau est poussé et recalé automatiquement en glissant sur le deuxième plateau inférieur, par exemple au moyen d'un taquet 54, jusqu'à obtenir une valeur d'excentricité fixée par l'opérateur. Dès que la valeur fixée (ex 10 microns) est atteinte (Figure 5C), les 2 plateaux continuent à tourner mais solidairement, pendant qu'un laser 51 découpe l'intérieur du disque, puis l'extérieur du disque (Figure 5D). Selon une variante, les découpes intérieure et extérieure peuvent être simultanées lorsqu'il y a deux lasers de découpe.

Le laser est par exemple une source laser émettant dans l'infrarouge, par exemple un laser CO<sub>2</sub> émettant à 10 μm. Selon une technique publiée (voir par exemple « Laser glass cutting in flat panel display production », F. Glaeber, Industrial laser solutions, June 2008), le faisceau infrarouge chauffe le substrat, par exemple en verre, au point de focalisation qui est aussi soumis localement à un refroidissement rapide par un jet de gaz continu. C'est le choc thermique lors de la phase chauffage par laser – refroidissement brutal par jet de gaz - qui induit une rupture sans contact du substrat verre au niveau du point de focalisation. Une variante également publiée (« Hybrid laser cutting for flat panel display », K R Kim et al., Japanese Journal of Applied Physics Vol. N° 8, pp. 6978 – 6981 (2008)) comprend une phase de micro gravure optique par un source laser impulsionnelle femtoseconde suivie d'un choc thermique dû à un laser CO<sub>2</sub> focalisé. Dans les deux cas, les paramètres du système de découpe tels que la vitesse de coupe, la puissance laser, le diamètre de la tache de focalisation du faisceau laser de découpe, le gradient thermique lors des phases chauffage – refroidissement pourront être adaptés en fonction de l'épaisseur et de la nature du substrat, par exemple en verre.

Les figures 6A à 6C décrivent d'autres variantes dans l'enregistrement de l'information codée, adaptées au procédé de fabrication d'un support de stockage selon l'invention.

Le procédé décrit sur la figure 6A comprend le dépôt d'une couche dite « active » (étape S<sub>31</sub>), par exemple une couche de type inorganique, par exemple en silicate de zinc (ZnSiO<sub>2</sub>) sur un substrat plein 601. Un enregistrement par laser des zones 605 est fait directement dans la couche active (étape S<sub>32</sub>) puis on procède au développement (par exemple en utilisant de l'acide nitrique dilué HNO<sub>3</sub>) pour former les trous ou « pits » 605. L'ensemble peut être ensuite métallisé (S<sub>33</sub>) par exemple par dépôt d'une couche de Silicium, Titane ou Chrome pour former le dispositif de stockage 12.

Dans l'exemple de la figure 6B, on dépose lors d'une première étape  $S_{41}$  sur le substrat plein 611 une couche active 612 à variation de phase ou d'indice photo-activée (« Phase Transition Material »). L'enregistrement (étape  $S_{42}$ ) permet directement la formation des zones 615 de variation de phase ou d'indice pour obtenir le dispositif de stockage 13. Il n'est pas besoin de procéder à des étapes de développement et/ou métallisation. Des couches actives diverses existent dans l'état de l'art qui mettent en œuvre des variations de phase ou d'indice, par exemple de type oxyde métallique ou chalcogénures (par exemple séléniure d'argent  $Ag_2Se$  et séléniure de germanium  $GeSe$ ).

Dans le procédé décrit sur la figure 6C, l'enregistrement de l'information codée comprend la gravure ( $S_{52}$ ) de zones de variation des propriétés physiques 625 directement dans le volume d'un substrat 611. Il est alors possible de réduire le temps de fabrication donc le coût de production en limitant le nombre d'étapes nécessaires au procédé, le procédé ne comportant plus qu'une seule étape. Par exemple, l'inscription d'informations digitales dans le volume du substrat 621 est faite par une source laser à impulsion courte mettant en jeu un effet non-linéaire qui au seul point de focalisation modifie les propriétés physiques du matériau pour former les zones de variation 625. Par exemple, l'enregistrement comprend la gravure au moyen d'une source laser impulsionnelle de zones 625 de variations d'indice isotrope, anisotrope ou micro réseaux de Bragg. Pour graver, selon le matériau utilisé, on pourra utiliser une source délivrant des impulsions ultracourtes typiquement 100 fs – 10 ps. La gravure directement dans le verre est possible en utilisant des impulsions ultra courtes permettant de « craquer » localement le verre et de créer des micro-réseaux de Bragg. Alternativement, dans un verre dopé, on peut générer par impulsions laser l'agrégation de particules (par exemple argent ou cérium) résultant dans une modification locale de la fluorescence. Des techniques de lecture optiques peuvent être adaptées à chaque mécanisme physique pour relire l'information digitale. Il est possible de multiplier la capacité du disque par le nombre de couches enregistrées dans le volume. En effet, les effets de variations de fluorescence, de luminescence localisée, ou les variations des propriétés non linéaires par contraste diélectrique dans chacune des zones 625 permettent lors de la lecture par laser une émission de lumière, et donc donnent la possibilité de former des couches successives d'information, lisibles par un lecteur spécifique.

Les figures 7A à 7C illustrent des disques optiques numériques obtenus par le procédé de fabrication, respectivement dans chacun des formats actuels CD, DVD, BD.

Le support de stockage 71 décrit sur la figure 7A correspond à un disque optique numérique de format CD. Il comprend un substrat 711 en matériau transparent à la longueur

d'onde de lecture de la diode laser d'un système de lecture 70 destiné à la lecture dudit support de stockage. Il comprend en outre un ensemble de zones 715 de variation des propriétés physiques du substrat, constitués par exemple par des trous ou « pits », recouverts d'une couche réfléchissante, obtenus par exemple selon l'un des procédés décrits ci-dessus.

5 L'ensemble est avantageusement recouvert d'une couche 716 de protection.

Le support de stockage 72 décrit sur la figure 7B correspond à un disque optique numérique de format DVD. Il comprend deux parties 721 et 722 obtenues chacune par un procédé tel que décrit ci-dessus. Les deux parties 721 et 722 sont transparentes à la longueur d'onde de lecture. Leur épaisseur est cependant inférieure de moitié à l'épaisseur du substrat 10 711 du disque 71 (figure 7A) de telle sorte que le support de stockage final présente une épaisseur totale conforme au format des systèmes de lecture (1,2 mm). Les deux parties sont ensuite reliées l'une à l'autre, avantageusement par soudure laser sous gaz neutre (ex Azote) ou sous vide, permettant par rapport aux techniques classiques de polymérisation aux UV de colles, d'avoir une meilleure stabilité et pérennité dans le temps.

15 Le support de stockage 73 décrit sur la figure 7C correspond à un disque optique numérique de type Blu-Ray (BD). Il n'est pas nécessaire dans ce format de support de stockage que le substrat 731 soit transparent à la longueur d'onde de lecture. En effet ce format présente de part et d'autre une couche dioptrique 732 de 100 microns, transparente pour la lecture par le dispositif de lecture 70 et le substrat pourra être non transparent, par 20 exemple de type métallique Cr-Alu comme les disques durs actuels du commerce. Les pits ou informations 735 pourront être alors gravées dans la masse de ce substrat métallique ou dans une couche active. Pour le Blu-Ray Disc, on pourra graver chaque face du disque comme cela est représenté sur la figure 7C afin d'augmenter la capacité de 23Gb à 46Gb (BD double face).

25 Bien que les procédés aient été décrits dans la présente description pour l'application à la fabrication de supports de stockage d'information codée de type disque optique, les mêmes procédés sont applicables pour la fabrication d'autres supports de stockage d'une information codée destinés à être lu par un système de lecture optique. Notamment, les procédés d'enregistrement et de découpe laser décrits sont applicables à la fabrication de support de 30 stockage dont les zones de variation des propriétés physiques dans le substrat sont formées par rapport à une ligne de référence plutôt qu'à un point de référence. Par exemple, ces zones de variations dans le substrat sont repérées en coordonnées cartésiennes et non plus en coordonnées polaires comme dans le cas des disques optiques numériques. C'est le cas par exemple si l'information digitale est portée par une carte, par exemple de format carrée ou

rectangulaire, nécessitant une lecture par balayage laser ou par translation optomécanique du substrat. Dans ce cas, le procédé selon l'invention permettra notamment une réduction significative de défaut de parallélisme entre la ligne de référence des zones de variation des propriétés physiques dans le substrat portant l'information codée et les lignes de découpe du support de stockage qui forment les lignes de référence pour la lecture.

Bien que décrite à travers un certain nombre d'exemples de réalisation détaillés, le procédé de fabrication d'un support de stockage d'informations et un support de stockage obtenu par un tel procédé comprennent différentes variantes, modifications et perfectionnements qui apparaîtront de façon évidente à l'homme de l'art, étant entendu que ces différentes variantes, modifications et perfectionnements font partie de la portée de l'invention, telle que définie par les revendications qui suivent.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un support de stockage (11 – 14) d'une information codée destiné à être lu par un système de lecture optique présentant un élément de centrage pour le centrage d'un support de stockage, le procédé comprenant :

- 5 - l'enregistrement par laser sur un substrat (111, 601, 611, 621) d'un signal correspondant à l'information codée pour former à partir d'un repère de référence donné un ensemble de zones (115, 605, 615, 625) de variation des propriétés physique du substrat détectables par le système de lecture optique;
- 10 - la découpe par laser dudit substrat pour en adapter la forme à celle de l'élément de centrage du lecteur optique, en prenant pour référence ledit repère de référence de formation desdites zones de variation du substrat.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'enregistrement comprend en outre l'enregistrement à partir dudit repère de référence de marques pour la découpe laser ultérieure du substrat.

- 15 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un même support (113) est utilisé pour le support du substrat dans les étapes d'enregistrement et de découpe par laser.

- 20 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'enregistrement comprend le dépôt ( $S_{12}$ ) d'une couche sensible (112) continue et uniforme sur le substrat (111), l'enregistrement ( $S_{13}$ ) du signal correspondant à l'information codée par activation localisée de la couche sensible, le développement ( $S_{14}$ ) de la couche active pour former des trous à l'endroit des zones activées ou, alternativement, en fonction de la nature de la couche sensible, à l'endroit des zones non activées de la couche sensible, et la gravure ( $S_{15}$ ) du substrat à l'endroit des trous,
- 25 permettant de former des lesdites zones détectables par le système de lecture optique sous forme de micro-cuvettes ou de micro-bosses dans ledit substrat (111).

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel la gravure est une gravure humide dynamique.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'enregistrement comprend le dépôt ( $S_{31}$ ) d'une couche active inorganique (602, 612) et l'enregistrement ( $S_{32}$ ,  $S_{42}$ ) des dites zones de variation des propriétés physiques du substrat par activation localisée de ladite couche selon le signal correspondant à l'information codée.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'enregistrement des dites zones de variation des propriétés physiques du substrat comprend la gravure ( $S_{52}$ ) localisée directement dans le volume du substrat, au moyen d'impulsions laser ultracourtes.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes adapté à la fabrication d'un support de stockage de type disque optique numérique, destiné à être lu par un système de lecture optique présentant un élément de centrage avec un axe de rotation de lecture, dans lequel :

- l'enregistrement par laser des dites zones de variation des propriétés physiques du substrat comprend la rotation du substrat autour d'un axe de rotation donné, les dites zones de variation des propriétés physiques du substrat étant formées par rapport à un point de référence correspondant à l'intersection dudit axe de rotation avec le substrat.

9. Procédé selon la revendication 8 adapté à la fabrication d'un disque optique numérique de format DVD, comprenant:

- l'enregistrement par laser sur au moins l'un d'un premier et d'un second substrats (721, 722) d'un signal correspondant à de l'information codée pour former à partir d'un repère de référence donné un ensemble de zones de variation des propriétés physiques du substrat détectables par le système de lecture optique sur l'au moins un desdits substrats;
- la découpe par laser desdits substrats pour en adapter la forme à celle de l'élément de centrage du lecteur optique, en prenant pour référence ledit repère de référence de formation des dites zones de variation des propriétés physiques desdits substrats ;
- la soudure par laser des deux substrats ainsi découpés.

10. Support de stockage obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit support forme un disque optique numérique d'excentricité inférieure à 10  $\mu\text{m}$ .

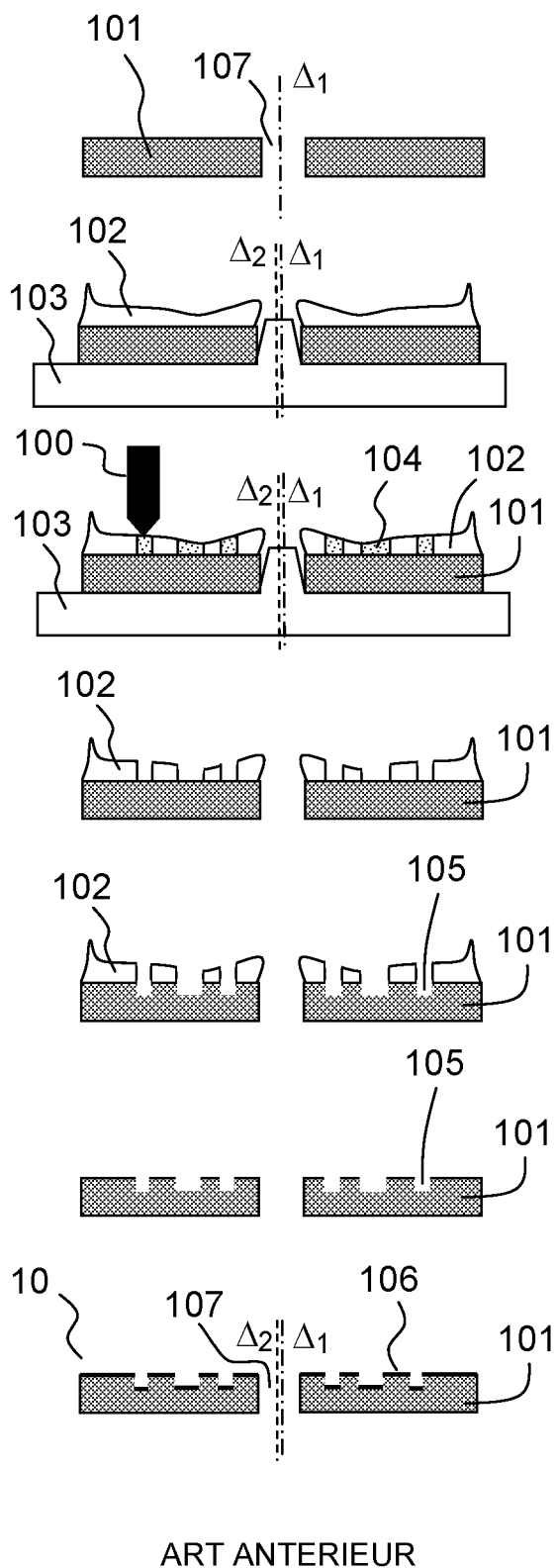


FIG.1A

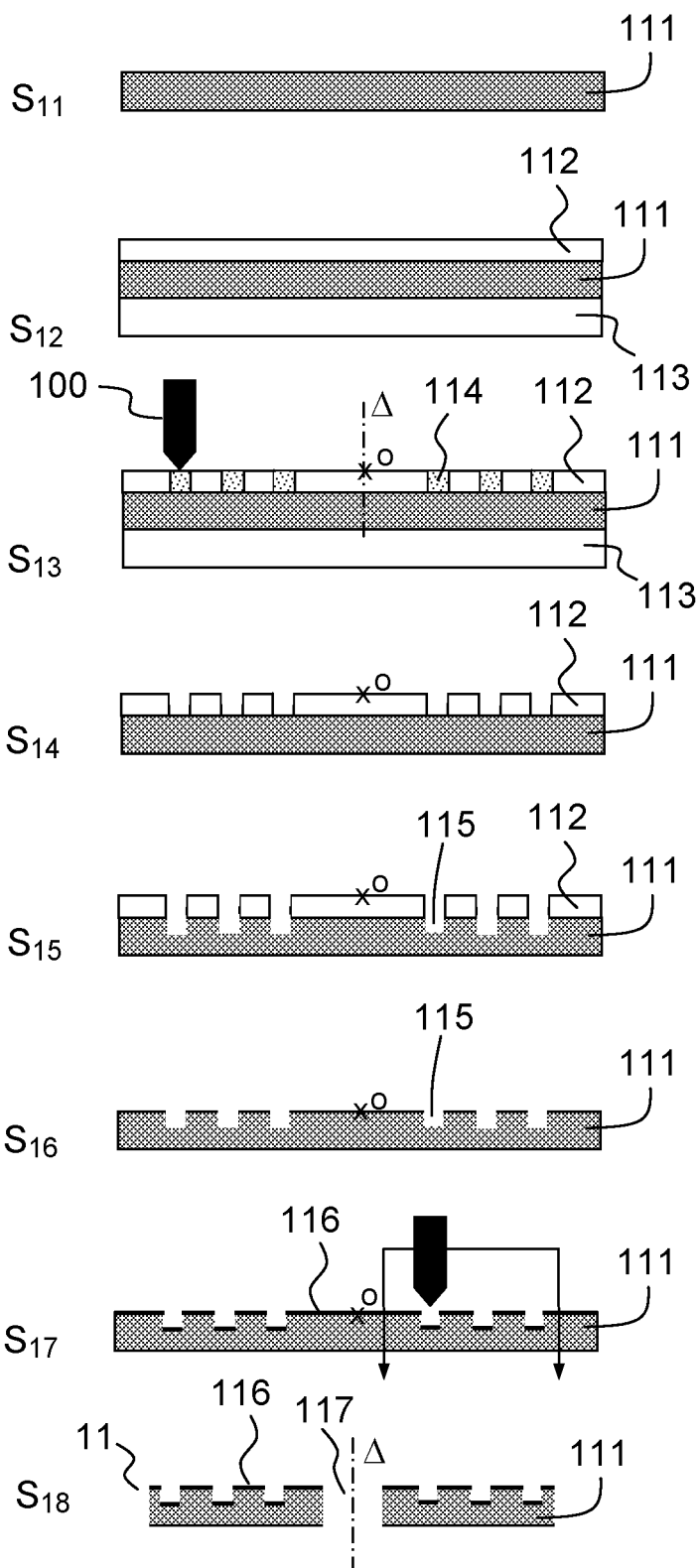
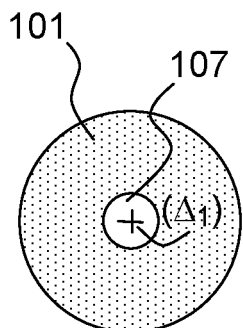
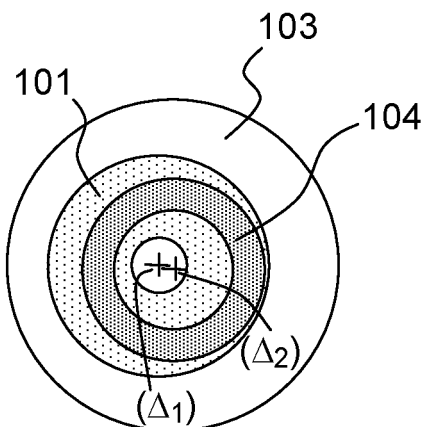
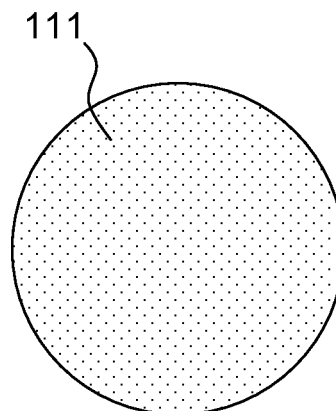


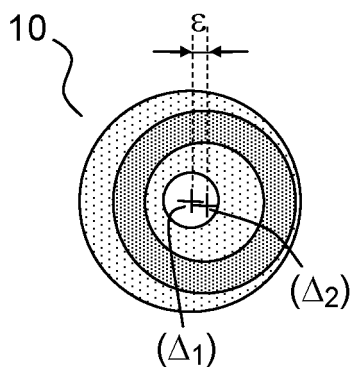
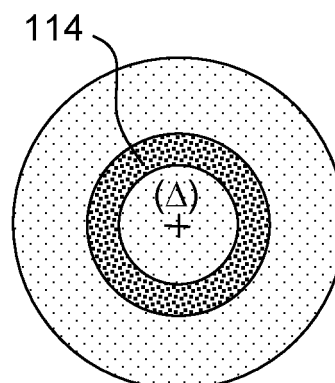
FIG.1B



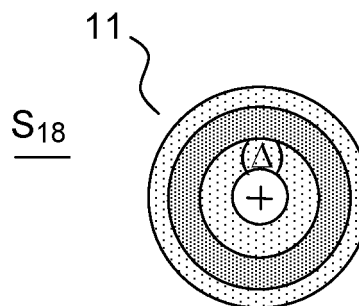
S<sub>11</sub>



S<sub>12</sub>



S<sub>17</sub>



S<sub>18</sub>

ART ANTERIEUR

FIG.2A

FIG.2B

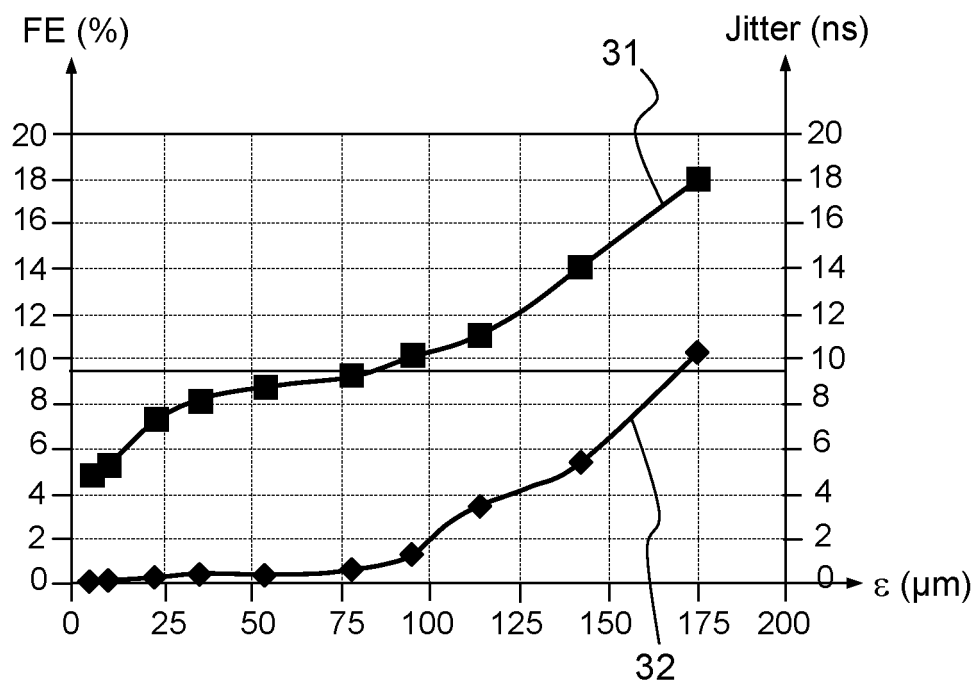


FIG. 3

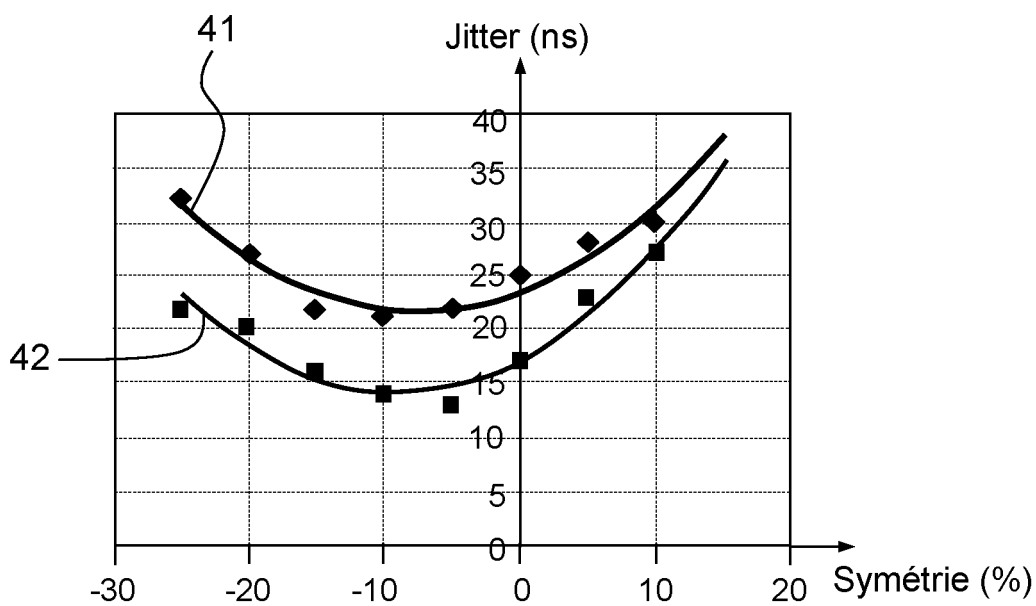


FIG. 4

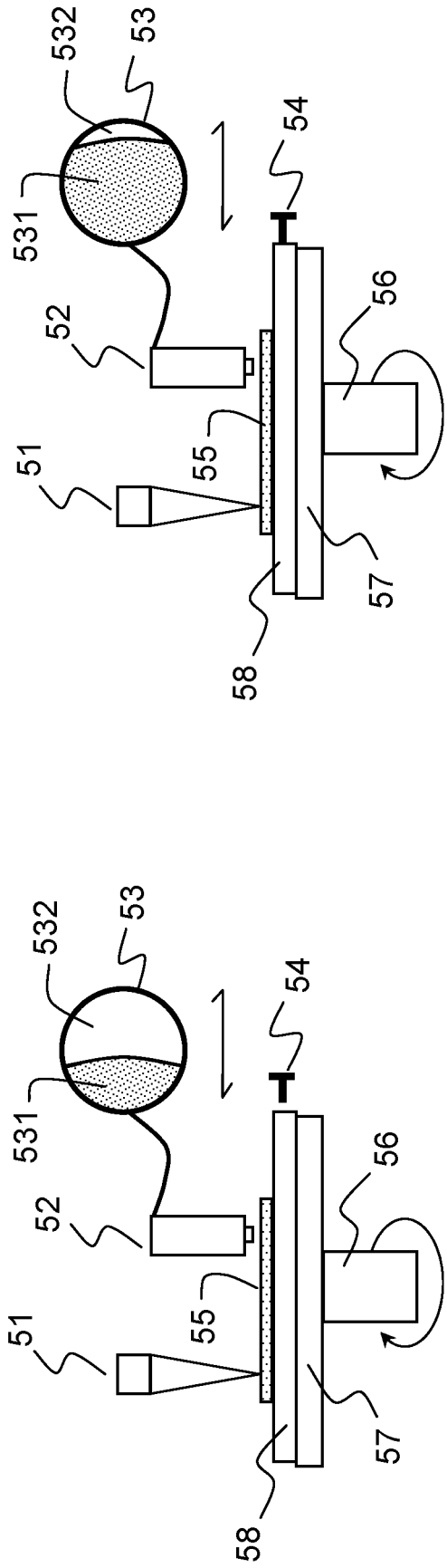


FIG. 5B

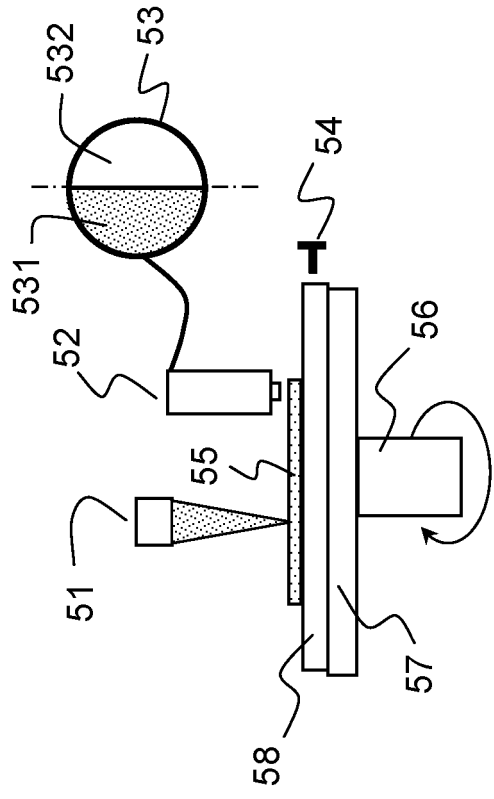


FIG. 5C

FIG. 5A

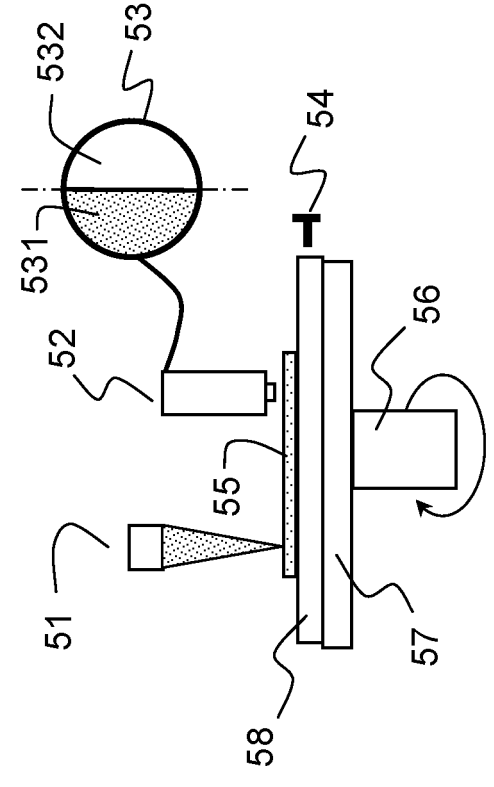


FIG. 5D

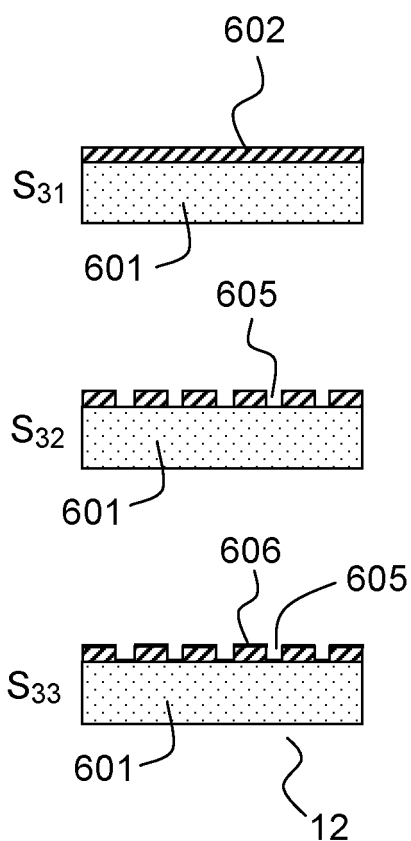


FIG. 6A

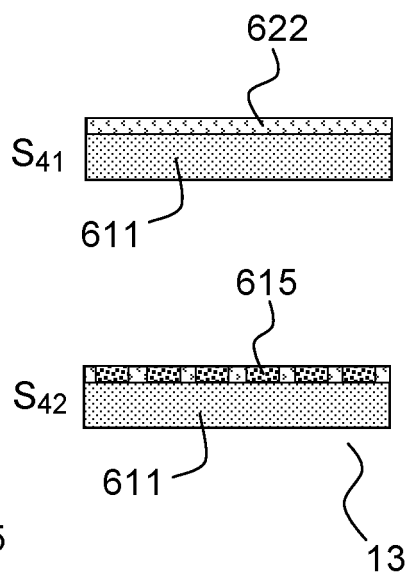


FIG. 6B

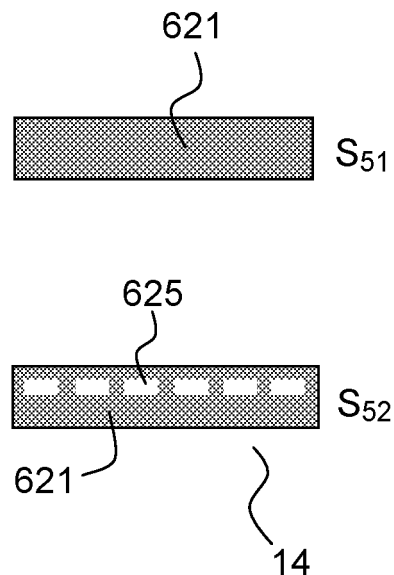


FIG. 6C

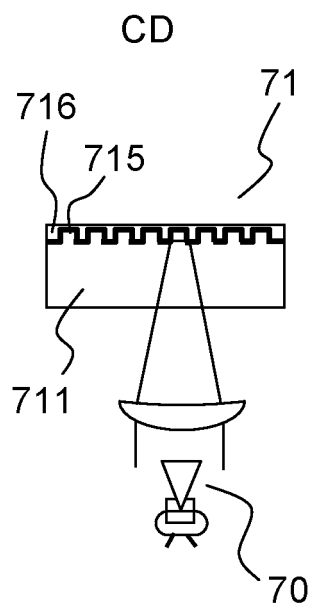


FIG. 7A

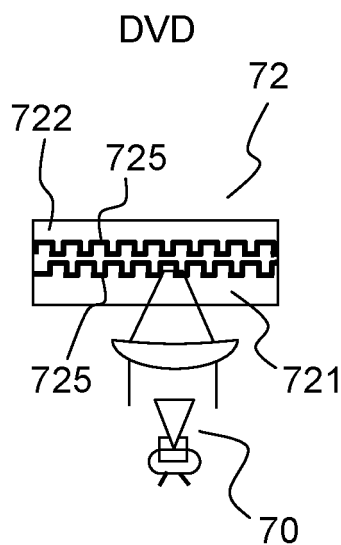


FIG. 7B

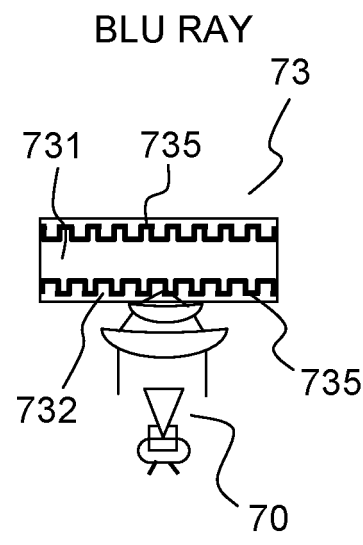


FIG. 7C



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 762861  
FR 1252854

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,D	FR 2 654 864 A1 (DIGIPRESS SA [FR]) 24 mai 1991 (1991-05-24) * page 5, ligne 20 - page 7, ligne 5; figures 1-3 *	1-10	G11B7/26
A	EP 0 070 514 A2 (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO [JP]) 26 janvier 1983 (1983-01-26) * page 6, ligne 3 - page 8, ligne 10; figures 5-8 *	1-10	
A	US 3 915 576 A (TAYLOR DAVID FRANK) 28 octobre 1975 (1975-10-28) * colonne 2, ligne 20 - colonne 3, ligne 62; figures 1,2 *	1-10	
A	EP 0 284 387 A2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 28 septembre 1988 (1988-09-28) * le document en entier *	1-10	
A	EP 1 467 361 A1 (TDK CORP [JP]) 13 octobre 2004 (2004-10-13) * alinéa [0014] - alinéa [0016] * * alinéa [0037] - alinéa [0045] *	1-10	
A	EP 0 037 073 A2 (POLYGRAM GMBH [DE]) 7 octobre 1981 (1981-10-07) * page 1 - page 3; figure 1 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G11B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 janvier 2013		Skaropoulos, N	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1252854 FA 762861**

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 15-01-2013

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
FR 2654864	A1	24-05-1991	AT 118113 T	15-02-1995
			CA 2029769 A1	22-05-1991
			CS 9005703 A2	13-08-1991
			DE 69016603 D1	16-03-1995
			DE 69016603 T2	14-06-1995
			EP 0429346 A1	29-05-1991
			FI 905729 A	22-05-1991
			FR 2654864 A1	24-05-1991
			JP 3009723 B2	14-02-2000
			JP 3238633 A	24-10-1991
			NO 905021 A	22-05-1991
			PT 95935 A	31-07-1992
			US 5166014 A	24-11-1992
EP 0070514	A2	26-01-1983	DE 3273755 D1	20-11-1986
			EP 0070514 A2	26-01-1983
			JP 58014336 A	27-01-1983
			JP 62050897 B	27-10-1987
			US 4435343 A	06-03-1984
US 3915576	A	28-10-1975	AU 8423775 A	03-03-1977
			BE 833104 A1	05-03-1976
			CA 1029546 A1	18-04-1978
			DE 2538383 A1	01-04-1976
			FR 2286466 A1	23-04-1976
			GB 1514246 A	14-06-1978
			JP 51061211 A	27-05-1976
			JP 54020321 B	21-07-1979
			NL 7510144 A	01-04-1976
			SE 402995 B	24-07-1978
			SE 7510892 A	31-03-1976
US 3915576 A	28-10-1975			
EP 0284387	A2	28-09-1988	DE 3872907 D1	27-08-1992
			DE 3872907 T2	03-12-1992
			EP 0284387 A2	28-09-1988
			JP 63237234 A	03-10-1988
			US 4954065 A	04-09-1990
EP 1467361	A1	13-10-2004	AU 2003203259 A1	30-07-2003
			CN 1618098 A	18-05-2005
			EP 1467361 A1	13-10-2004
			JP 2003217190 A	31-07-2003
			TW 1301616 B	01-10-2008
			US 2005007945 A1	13-01-2005
			WO 03060896 A1	24-07-2003

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1252854 FA 762861**

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 **15-01-2013**

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	
EP 0037073	A2	07-10-1981	DE 3012433 C1	01-10-1981
			EP 0037073 A2	07-10-1981
			JP 56153506 A	27-11-1981
			JP 63049285 B	04-10-1988