

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

3 020 986

②1 N° d'enregistrement national : 15 54330

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : B 42 D 25/324 (2013.01), B 42 D 25/40, 25/328,  
G 03 F 7/20

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13.05.15.

③0 Priorité : 16.05.14 AU 2014901816; 16.05.14 AU  
2014100511.

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 20.11.15 Bulletin 15/47.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : INNOVIA SECURITY PTY LTD — AU.

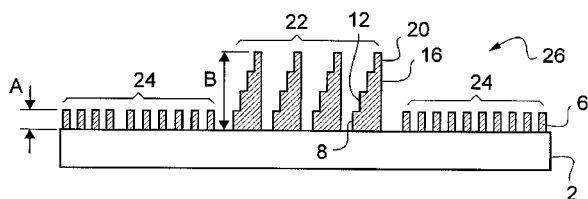
⑦2 Inventeur(s) : LEE ROBERT ARTHUR et HARD-  
WICK MICHAEL.

⑦3 Titulaire(s) : INNOVIA SECURITY PTY LTD.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HARLE ET PHELIP Société  
anonyme.

⑤4 DISPOSITIF DE SECURITE HYBRIDE POUR DOCUMENT DE SECURITE OU JETON.

⑤7 L'invention concerne un dispositif de sécurité hybride pour documents de sécurité et analogues, dans lequel la microstructure pour un premier dispositif optiquement variable (OVD) et la microstructure pour un deuxième OVD sont mutuellement entrelacées ou entrecroisées. La première microstructure a un profil de hauteur qui diffère de celui de la deuxième microstructure de plus de 0,5 microns. Elle concerne également des procédés de fabrication du dispositif de sécurité hybride.



FR 3 020 986 - A1



## DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

L'invention concerne des dispositifs de sécurité appliqués à des documents de sécurité ou jetons en tant que mesures anti-contrefaçon. L'invention concerne également des procédés de production utilisés pour la fabrication de ces  
5 dispositifs de sécurité puis l'application de ceux-ci à des documents de sécurité ou jetons.

## DEFINITIONS

### Document de sécurité ou jeton

10 Tels qu'utilisés ici, les termes "documents de sécurité" et "jetons" incluent tous les types de documents et jetons de documents de valeur et d'identification comprenant, mais sans y être limités, les documents suivants : des éléments de monnaie tels que des billets de banque et des pièces, des cartes de crédit, des chèques, des passeports, des cartes d'identité, des titres et certificats d'actions,  
15 des permis de conduire, des actes de propriété, des documents de transport tels que des billets d'avion ou de train, des cartes et tickets d'entrée, des certificats de naissance, de décès et de mariage, et des diplômes.

L'invention s'applique en particulier, mais pas exclusivement, à des documents de sécurité ou jetons tels que des billets de banque ou des documents  
20 d'identification tels que des cartes d'identité ou des passeports formés à partir d'un substrat sur lequel sont appliquées une ou plusieurs couches d'impression. Les réseaux de diffraction et dispositifs optiquement variables décrits dans le présent document peuvent également avoir une application sur d'autres produits, tels que les emballages.

25

### Dispositif ou caractéristique de sécurité

Tels qu'utilisés ici, les termes "dispositif ou caractéristique de sécurité" incluent l'un quelconque d'un grand nombre de dispositifs, éléments ou caractéristiques de sécurité destinés à protéger le document de sécurité ou le  
30 jeton d'une contrefaçon, d'une copie, d'une altération ou d'une falsification. Des dispositifs ou caractéristiques de sécurité peuvent être réalisés dans ou sur le substrat du document de sécurité ou dans ou sur une ou plusieurs couches appliquées sur le substrat de base, et peuvent prendre toute une variété de formes, telles que des fils de sécurité intégrés dans des couches du document de

sécurité ; des encres de sécurité telles que des encres fluorescentes, luminescentes et phosphorescentes, des encres métalliques, des encres iridescentes, des encres photochromiques, thermochromiques, hydrochromiques ou piezochromiques ; des caractéristiques imprimées et gaufrées, incluant des structures en relief ; des couches d'interférence ; des dispositifs à cristaux liquides ; des lentilles et structures lenticulaires ; des dispositifs optiquement variables (OVD) tels que des dispositifs diffractifs incluant des réseaux de diffraction, des hologrammes, des éléments optiques diffractifs (DOE) et des dispositifs à réseaux de micro-miroirs (voir par exemple US 7 281 810).

10

### Substrat

Tel qu'utilisé ici, le terme "substrat" fait référence au matériau de base à partir duquel le document de sécurité ou jeton est formé. Le matériau de base peut être du papier ou un autre matériau fibreux, tel que de la cellulose ; un matériau plastique ou polymère incluant, mais sans y être limité, le polypropylène (PP), le polyéthylène (PE), le polycarbonate (PC), le polychlorure de vinyle (PVC), le polytéréphtalate d'éthylène (PET), le polypropylène à orientation bi-axiale (BOPP) ; ou un matériau composite de deux matériaux ou plus tel qu'un stratifié de papier et d'au moins un matériau plastique, ou de deux matériaux polymères ou plus.

20

### Image ou dispositif optiquement variable (OVD)

Une image ou un dispositif optiquement variable est une caractéristique ou un dispositif de sécurité qui change d'apparence. Les OVD offrent un effet de variation optique lorsque le billet de banque est basculé et/ou lorsque l'angle de vue de l'observateur par rapport à l'OVD change. L'image d'un OVD peut également être modifiée par alignement d'un dispositif de vérification au-dessus de la caractéristique ou du dispositif de sécurité. Un OVD peut être réalisé par une zone imprimée, par exemple une zone imprimée avec des encres métalliques ou des encres iridescentes, par une zone gaufrée, et par une combinaison d'une caractéristique imprimée et gaufrée. Un OVD peut également être réalisé par un dispositif diffractif, tel qu'un réseau de diffraction ou un hologramme en volume et peut comporter des réseaux de microlentilles et de lentilles lenticulaires.

30

### Éléments optiques diffractifs (DOE)

Tels qu'utilisés ici, les termes "élément optique diffractif" font référence à un élément optique diffractif (DOE) du type numérique. Les éléments optiques diffractifs (DOE) du type numérique reposent sur le mappage de données complexes qui reconstruisent dans le champ lointain (ou un plan de reconstruction) un motif d'intensité bidimensionnel. Par conséquent, lorsqu'une lumière essentiellement collimatée, par exemple provenant d'une source de lumière ponctuelle ou d'un laser, est incidente sur le DOE, il est généré un motif d'interférence qui produit une image projetée dans le plan de reconstruction qui est visible lorsqu'une surface d'observation appropriée est située dans le plan de reconstruction, ou lorsque le DOE est vu en transmission au niveau du plan de reconstruction. La transformation entre les deux plans peut être approximée par une transformation de Fourier rapide (FFT). Par conséquent, des données complexes incluant des informations d'amplitude et de phase doivent être physiquement codées dans la microstructure du DOE. Ces données de DOE peuvent être calculées par exécution d'une transformation FFT inverse de la reconstruction souhaitée (à savoir, le motif d'intensité souhaité dans le champ lointain).

Les DOE sont parfois appelés hologrammes générés par ordinateur, mais ils diffèrent d'autres types d'hologrammes, tels que les hologrammes arc-en-ciel, les hologrammes de Fresnel et les hologrammes à réflexion en volume.

### Encre durcissable par rayonnement, gaufrable

Les termes "encre durcissable par rayonnement, gaufrable" utilisés ici font référence à tout encre, laque ou autre revêtement qui peut être appliqué sur le substrat dans un processus d'impression, et qui peut être gaufré à l'état mou pour former une structure en relief et durci pour fixer la structure en relief gaufrée. Le processus de durcissement n'est pas mis en œuvre avant que l'encre durcissable par rayonnement soit gaufrée, mais il est possible de mettre le processus de durcissement en œuvre soit après le gaufrage, soit essentiellement en même temps que l'étape de gaufrage. L'encre durcissable par rayonnement est de préférence durcissable par un rayonnement ultra-violet (UV). D'une autre manière, l'encre durcissable par rayonnement peut être durcie par d'autres formes de rayonnements, tels que des faisceaux d'électrons ou des rayons X.

L'encre durcissable par rayonnement est de préférence une encre transparente ou translucide formée à partir d'un matériau de résine claire. Une telle encre transparente ou translucide est particulièrement appropriée pour l'impression d'éléments de sécurité transmettant la lumière tels que des réseaux sub-longueur d'onde, des réseaux de diffraction transmissifs et des structures de lentilles.

Dans une forme de réalisation particulièrement préférée, l'encre transparente ou translucide comprend de préférence une laque ou un revêtement gaufrable claire, durcissable aux UV, à base d'acrylique.

De telles laques durcissables aux UV peuvent être obtenues auprès de différents fabricants, dont Kingfisher Ink Limited, produit de type ultraviolet UVF-203 ou similaire. D'une autre manière, les revêtements gaufrables durcissables par rayonnement peuvent être basés sur d'autres composés, par exemple de la nitrocellulose.

Les encres ou laques durcissables par rayonnement utilisées ici se sont révélées particulièrement appropriées pour le gaufrage de microstructures, incluant des structures diffractives telles que des réseaux de diffraction et des hologrammes, et des réseaux de microlentilles et de lentilles. Cependant, ils peuvent également être gaufrés avec de plus grandes structures en relief, telles que des dispositifs optiquement variables non diffractifs.

L'encre est de préférence gaufrée et durcie par un rayonnement ultra-violet (UV) essentiellement en même temps. Dans une forme de réalisation particulièrement préférée, l'encre durcissable par rayonnement est appliquée et gaufrée essentiellement en même temps dans un processus d'impression en creux.

De préférence, pour être approprié pour une impression en creux, l'encre durcissable par rayonnement a une viscosité essentiellement comprise dans la plage d'environ 20 ( $20 \cdot 10^{-3}$  Pa.s) à environ 175 centipoises ( $175 \cdot 10^{-3}$  Pa.s), et plus particulièrement d'environ 30 ( $30 \cdot 10^{-3}$  Pa.s) à environ 150 centipoises ( $150 \cdot 10^{-3}$  Pa.s). La viscosité peut être déterminée par le fait de mesurer le temps nécessaire pour vider la laque d'une Coupe Zahn N°2 Un échantillon qui se vide en 20 secondes a une viscosité de 30 centipoises ( $30 \cdot 10^{-3}$  Pa.s), et un échantillon qui se vide en 63 secondes a une viscosité de 150 centipoises ( $150 \cdot 10^{-3}$  Pa.s).

Avec certains substrats polymères, il peut être nécessaire d'appliquer une

couche intermédiaire sur le substrat avant l'application de l'encre durcissable par rayonnement, pour améliorer l'adhérence de la structure gaufrée formée par l'encre sur le substrat. La couche intermédiaire comprend préférablement une couche primaire, et plus préférablement la couche primaire comprend une polyéthylèneimine. La couche primaire peut également comprendre un agent de réticulation, par exemple un isocyanate multifonctionnel. Des exemples d'autres couches primaires appropriées pour être utilisées dans l'invention incluent : les polymères à terminaison hydroxyle ; les copolymères à base d'un polyester à terminaison hydroxyle ; les acrylates hydroxylés réticulés ou non réticulés ; les polyuréthanes ; et les acrylates anioniques ou cationiques à durcissement aux UV. Des exemples d'agents de réticulation appropriés comprennent : les isocyanates ; les polyaziridines ; les complexes du zirconium ; l'aluminium-acétylacétone ; les mélamines ; et les carbodiimides.

#### 15 Dispositifs de sécurité ouverts

Les dispositifs de sécurité ouverts sont ceux qui apparaissent à une personne manipulant le billet de banque et qui comprennent des dispositifs tels que des fils de sécurité intégrés dans des couches du document de sécurité et visibles au moins en transmission lorsqu'une personne tient le document de sécurité à la lumière ; des caractéristiques imprimées qui sont visibles en réflexion et/ou en transmission ; des caractéristiques gaufrées, comportant des structures en relief, qui peuvent être tactiles de façon à pouvoir être détectées par une personne palpant la zone tactile du billet ; et des dispositifs optiquement variables (OVD). Les OVD offrent un effet de variation optique lorsque le billet de banque est basculé et/ou lorsque l'angle de vue de l'observateur par rapport à l'OVD change. Un OVD peut être réalisé par une zone imprimée, par exemple une zone imprimée avec des encres métalliques ou des encres iridescentes, par une zone gaufrée, et par une combinaison d'une caractéristique imprimée et gaufrée. Un OVD peut également être réalisé par un dispositif diffractif, tel qu'un réseau de diffraction ou un hologramme.

#### Dispositifs de sécurité couverts

Un dispositif de sécurité couvert est un dispositif qui n'apparaît pas à une personne manipulant le billet de banque sans l'utilisation de moyens de vérification

ou d'authentification externes. Les dispositifs de sécurité couverts comportent des caractéristiques telles qu'une micro-impression, qui nécessitent une lentille d'agrandissement pour l'authentification de la micro-impression ; et des caractéristiques formées par des encres photoluminescentes et des encres phosphorescentes qui nécessitent un éclairage par un rayonnement électromagnétique d'une longueur d'onde particulière, par exemple un rayonnement infrarouge (IR) ou ultraviolet (UV), pour que l'encre présente une luminescence ou une phosphorescence ; et des encres photochromiques, thermochromiques, hydrochromiques ou piezochromiques.

10

#### ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

Toute une variété de dispositifs de sécurité est appliquée à des documents de sécurité et jetons pour dissuader les contrefacteurs. Par exemple, les billets de banque peuvent avoir une structure en relief gaufrée dans une couche d'encre durcissable par rayonnement. On sait également réaliser des dispositifs de sécurité avec des éléments optiques diffractifs (DOE) par gaufrage de l'encre durcissable par rayonnement avec une plaque métallique. La plaque métallique a une structure de surface en relief qui est le négatif de la structure diffractive souhaitée à l'échelle microscopique ou nanoscopique. L'encre durcissable par rayonnement gaufrée est ensuite exposée à un rayonnement de façon à durcir et à fixer la structure diffractive d'une manière permanente.

20

La plaque métallique est typiquement formée à partir d'une "matrice originale", comme il est bien connu. La microstructure diffractive de la matrice originale est formée sur une surface d'une platine. La microstructure diffractive est habituellement une couche de polymère photorésist qui a été masquée, exposée à un rayonnement d'une longueur d'onde particulière puis ultérieurement gravée ou "développée".

25

Le processus de gravure par photolithographie démarre avec un polymère photosensible approprié (connu sous le nom de photorésist) "déposé par rotation" sur une platine de substrat. La platine est littéralement entraînée en rotation de telle sorte que la couche de photorésist déposée sur la surface ait une épaisseur uniforme.

30

Ensuite, un masque opaque est normalement appliqué sur la couche de photorésist (des techniques lithographiques sans masque sont également décrites

ci-après). Le masque a des ouvertures dans les régions dans lesquelles le photorésist doit être retiré. Le photorésist est exposé à un rayonnement (habituellement une lumière UV) à travers le masque, de telle sorte que les zones exposées soient modifiées chimiquement. Le masque est retiré et un agent de gravure chimique est utilisé pour retirer le photorésist exposé de telle sorte qu'il reste les parties non-exposées. Ce type de photorésist est appelé photorésist "positif" et est le type de photorésist le plus commun utilisé en photolithographie. Le fait d'exposer simultanément de larges zones de photorésist à une lumière UV et de réaliser ensuite un développement avec un agent de gravure produit un procédé à haut rendement pour une fabrication précise de microstructures.

Bien qu'il puisse y avoir une certaine variation de hauteur des microstructures, il est préférable de maintenir relativement uniformes la hauteur et le profil de hauteur de toutes les caractéristiques. Le terme "hauteur" fait référence à la hauteur maximale des microstructures au-dessus du substrat sous-jacent. Le terme "profil de hauteur" fait référence à la différence de hauteur entre la partie la plus haute et la partie la plus basse des caractéristiques de microstructures. Bien évidemment, les références aux termes "haut", "bas", "supérieur" et "inférieur" sont utilisées dans le contexte des figures jointes plutôt que d'impliquer toute restriction particulière à l'orientation du dispositif de sécurité.

Si la différence de profil de hauteur entre différentes caractéristiques de la microstructure est importante, la profondeur de gravure requise devient grande et le processus de gravure perd de sa précision. L'homme du métier comprendra qu'une gravure profonde souffre de ce qu'on appelle "effet de proximité" où la dispersion du rayonnement augmente d'autant plus qu'elle avance dans la couche de photorésist. Il en résulte une réticulation chimique dans des zones qui ne sont pas censées être retirées par l'agent de gravure, ce qui réduit la résolution ou la précision des microstructures formées. On comprendra que des dispositifs diffractifs doivent être formés de manière précise afin de générer l'effet optique requis. Pour maintenir la précision, la gravure profonde peut être exécutée en une série d'étapes de gravure peu profonde. Bien évidemment, cette technique augmente grandement la durée et la complexité du processus. A chaque étape de gravure, il est nécessaire de réappliquer et d'aligner un masque puis de graver les zones exposées.

A la lumière des problèmes énoncés ci-dessus, tous les dispositifs de



sécurité ayant des microstructures qui présentent d'importantes différences de hauteurs ou de profils de hauteur (par exemple, un réseau de diffraction et une structure d'hologramme beaucoup plus grande) sont formés séparément sur la matrice originale, et donc espacés les uns des autres d'une distance minimale  
5 d'environ 10 mm. Un dispositif de sécurité ayant un réseau de diffraction immédiatement adjacent à un hologramme ou entourant éventuellement complètement un hologramme (ou vice versa) offrira une impression visuelle hautement distinctive, et sera également exceptionnellement difficile à répliquer par des contrefacteurs.

10

#### OBJET DE L'INVENTION

Aux vues de ce qui précède, un premier aspect de la présente invention met à disposition un dispositif de sécurité hybride pour des documents de sécurité et des jetons, le dispositif de sécurité hybride comprenant :

15

un substrat ;

une première microstructure pour un premier dispositif optiquement variable (OVD) supporté sur le substrat dans une première région ; et

une deuxième microstructure pour un deuxième OVD supporté sur le substrat dans une deuxième région ;

20

les première et deuxième régions étant mutuellement entrelacées ou entrecroisées dans au moins une zone ; et

la première microstructure ayant un profil de hauteur qui diffère de celui de la deuxième microstructure de plus de 0,5 microns.

25

De préférence, les premières microstructures ont une hauteur maximale au-dessus de la surface du substrat qui diffère d'une hauteur maximale des deuxièmes microstructures de plus de 0,5 microns.

De préférence, les première et deuxième régions sont séparées de moins de 5 mm.

30

De préférence, les première et deuxième régions dans la zone d'entrelacement ou entrecroisement mutuel se présentent sous la forme de pixels entrecroisés de la première microstructure et de la deuxième microstructure, et chacun des pixels a une dimension maximale de 1 mm dans toutes les directions.

De préférence, les première et deuxième régions dans la zone d'entrelacement ou entrecroisement mutuel se présentent sous la forme de

bandes entrelacées de la première microstructure et de la deuxième microstructure, chacune des bandes ayant une largeur maximale de 1 mm.

Dans une forme de réalisation, la première microstructure OV est un réseau de diffraction ou un hologramme et la deuxième microstructure OV est un élément  
5 optique diffractif (DOE).

Dans une autre forme de réalisation, la première microstructure OV est un réseau de micro-miroirs et la deuxième microstructure est un DOE.

Dans encore une autre forme de réalisation, la première microstructure OV est un réseau de micro-miroirs et la deuxième microstructure est un réseau de  
10 diffraction ou un hologramme.

De préférence, les premier et deuxième OVD sont formés à partir d'une encre époxy durcissable par rayonnement, gaufrable.

De préférence, la zone d'entrecroisement mutuel est constituée d'une zone de la première microstructure uniquement.

15 Un deuxième aspect de la présente invention met à disposition un procédé de production d'un dispositif de sécurité hybride pour un document de sécurité ou un jeton, le procédé comprenant les étapes consistant à :

déposer par rotation une couche de photorésist négatif sur une surface sous-jacente ;

20 exposer la couche de photorésist négatif à un faisceau d'électrons pour écrire un premier étage d'un premier motif de microstructure et d'un deuxième motif de microstructure ;

développer la couche de photorésist négatif pour retirer les zones non exposées du photorésist négatif de telle sorte qu'il reste une première  
25 microstructure au moins partielle et une deuxième microstructure partielle ;

déposer par rotation une couche de photorésist négatif suivante sur la platine pour recouvrir la première microstructure au moins partielle et la deuxième microstructure partielle ;

30 exposer la couche de photorésist suivante à un faisceau d'électrons pour continuer à écrire le premier motif de microstructure s'il n'a pas été terminé lors d'une exposition précédente, et continuer à écrire le deuxième motif de microstructure ;

développer la couche de photorésist suivante de telle sorte qu'il reste la première microstructure et la deuxième microstructure partielle ;

déposer par rotation une couche de photorésist négatif finale sur la platine pour recouvrir la première microstructure et la deuxième microstructure partielle ;

exposer la couche de photorésist négative finale à un faisceau d'électrons pour terminer l'écriture du deuxième motif de microstructure ;

5 développer la couche de photorésist négative finale de telle sorte qu'il reste la première microstructure et la deuxième microstructure sur la platine ;

utiliser la platine et les première et deuxième microstructures pour former un motif de surface en relief avec un inverse des première et deuxième microstructures ; et

10 utiliser le motif de surface en relief pour gaufrer les première et deuxième microstructures dans une couche gaufrable pour former le dispositif de sécurité hybride.

De préférence, le motif de surface en relief est formé sur une plaque métallique.

15 De préférence, la plaque métallique est formée par dépôt électrolytique des première et deuxième microstructures sur la platine.

De préférence, les deuxièmes microstructures font au moins 0,5  $\mu\text{m}$  de plus que les premières microstructures.

20 De préférence, la première microstructure a un profil de hauteur qui diffère de celui de la deuxième microstructure de plus de 0,5 microns.

De préférence, au moins l'une des couches de photorésist négatif est déposée par rotation sur la platine selon une épaisseur qui diffère de celle d'au moins une autre des couches de photorésist négatif.

25 De préférence, les première et deuxième microstructures sont utilisées pour former des types d'OVD différents, les types d'OVD étant sélectionnés parmi :

- (a) un réseau de diffraction ;
- (b) un hologramme ;
- (c) un élément optique diffractif (DOE) ; et
- (d) un réseau de micro-miroirs.

30 Selon un troisième aspect, la présente invention met à disposition un procédé de production d'un dispositif de sécurité hybride pour un document de sécurité ou un jeton, le procédé comprenant les étapes consistant à :

déposer une couche de photorésist négatif sur une surface sous-jacente ;

exposer la couche de photorésist à un faisceau d'électrons pour écrire un

étage d'un premier motif de microstructure et/ou un deuxième motif de microstructure ;

développer la couche de photorésist négatif pour retirer les zones non exposées ;

- 5 répéter les étapes de dépôt, d'exposition et de développement pour construire les première et deuxième microstructures par étages successifs, les première et deuxième microstructures ayant chacune au moins un étage ;

un premier étage de la première microstructure étant déposé, exposé et développé après un premier étage de la deuxième microstructure, et/ou l'étage  
10 final de la première microstructure étant déposé, exposé et développé avant un étage final de la deuxième microstructure.

De préférence, la première microstructure forme un premier OVD et a un premier profil de hauteur et la deuxième microstructure forme un deuxième OVD ayant un deuxième profil de hauteur, le deuxième profil de hauteur faisant au  
15 moins 0,5 microns de plus que le premier profil de hauteur.

De préférence, le premier OVD est un réseau de diffraction et le deuxième OVD est un élément optique diffractif (DOE). Cet aspect du dispositif de sécurité hybride reconnaît que le plus court des deux OVD (à savoir l'OVD ayant un profil de hauteur considérablement plus petit) peut être formé à une quelconque hauteur  
20 par rapport au plus petit OVD. Par exemple, un réseau de diffraction aura un petit profil de hauteur par comparaison, par exemple, à un élément optique diffractif (DOE), mais cet aspect de l'invention permet au réseau de diffraction d'être formé à une plus grande hauteur que celle du DOE. L'homme du métier comprendra que cela peut être avantageux car un réseau de diffraction peut être formé par un seul  
25 étage qui fait approximativement 0,5 microns de haut. En revanche, les étapes de DOE ont besoin d'être formées de manière plus précise pour recréer correctement l'image projetée. Par conséquent, les hauteurs de chaque étage formant le DOE varieront de manière considérable, en particulier vers le type de microstructure DOE. Ici, la hauteur de chaque étage individuel peut être relativement petite. Par  
30 conséquent, il peut être plus efficace de former le réseau de diffraction en un seul processus de dépôt, exposition et développement après l'achèvement de la lithographie du DOE.

De préférence, les premier et deuxième motifs de microstructures se trouvent respectivement dans des première et deuxième régions de la platine, les

première et deuxième régions étant mutuellement entrelacées ou entrecroisées dans au moins une zone, de telle sorte que les première et deuxième régions soient écartées de moins de 5 mm sur la platine, et de préférence de moins de 1 mm.

5 De préférence, la première microstructure a une hauteur au-dessus de la surface sous-jacente qui est inférieure à celle de la deuxième microstructure.

De préférence, la première microstructure a une hauteur au-dessus de la surface sous-jacente qui est supérieure à celle de la deuxième microstructure.

10 Selon un autre aspect, la présente invention met à disposition un procédé de production d'un dispositif de sécurité hybride pour un document de sécurité ou un jeton, le procédé comprenant les étapes de :

mise à disposition d'un substrat de silice fondue (verre) ;

dépôt d'un photorésist sur le substrat ;

15 formation d'un masque en fonction d'un étage d'une première et/ou d'une deuxième microstructure ;

exposition du photorésist à un rayonnement à travers le masque ;

développement du photorésist pour retirer des zones du photorésist et exposition du substrat en fonction dudit étage de la première et/ou de la deuxième microstructures ;

20 gravure ionique réactive dudit étage dans le substrat de silice fondue ;

répétition des étapes de dépôt, masquage, exposition, développement et gravure ionique réactive pour graver successivement les première et deuxième microstructures dans le substrat de silice fondue ;

25 le premier étage de la première microstructure étant gravé après le premier étage de la deuxième microstructure et/ou l'étage final de la première microstructure étant gravé avant l'étage final de la deuxième microstructure.

De préférence, la première microstructure est formée en moins d'étages que la deuxième microstructure.

30 De préférence, la première microstructure a un profil de hauteur qui diffère de celui de la deuxième microstructure de plus de 0,5 microns.

De préférence, les première et deuxième microstructures sont formées respectivement dans des première et deuxième régions, les première et deuxième régions étant mutuellement entrelacées ou entrecroisées dans au moins une zone, de telle sorte que les première et deuxième régions soient écartées de

moins de 5 mm, et de préférence de moins de 1 mm.

De préférence, le substrat de silice fondu est utilisé pour former un motif de surface en relief qui est l'inverse des première et deuxième microstructures ; et le motif de surface en relief est utilisé pour gaufrer les première et deuxième  
5 microstructures dans une couche gaufrable pour former le dispositif de sécurité hybride.

De préférence, le motif de surface en relief est formé sur une plaque métallique produite par dépôt électrolytique des première et deuxième microstructures gravées dans le substrat de silice fondue. Cet aspect de  
10 l'invention reconnaît que la matrice originale pour le dispositif de sécurité hybride peut être formée par gravures successives d'étages des première et deuxième microstructures dans un substrat de verre. Ce processus nécessite la production d'un masque pour chacun des différents étages des premier et deuxième motifs de microstructures. Bien que ce processus prenne du temps, la nécessité d'une  
15 efficacité en termes de temps est beaucoup moins critique pour la production d'une matrice originale. L'homme du métier comprendra qu'une efficacité en termes de temps et de coût devient beaucoup plus pertinente avec la production de dispositifs de sécurité sur les documents de valeur eux-mêmes.

L'invention concerne un dispositif de sécurité hybride pratique sur le plan  
20 commercial présentant deux ensembles de microstructures différents ayant des hauteurs significativement différentes, en étroite proximité l'un de l'autre, ou même entremêlés l'un avec l'autre. Normalement, la matrice originale pour la production de ces dispositifs de sécurité utilise un photorésist positif du fait que la structure résultante est généralement plus robuste du fait que la masse du résist non  
25 exposé constitue un renfort aidant à maintenir le motif d'un seul tenant. Cependant, la présente invention se fonde sur la réalisation du fait que des microstructures ayant des hauteurs significativement différentes puissent être formées simultanément sur une matrice originale dans un processus relativement efficace du point de vue temporel. L'utilisation d'un photorésist négatif exposé à  
30 une écriture par faisceau d'électrons évite la nécessité d'utiliser un masquage tandis que les microstructures sont précisément construites couches par couche. D'une autre manière, la matrice originale est formée par gravures ioniques réactives successives dans un substrat de verre qui est utilisé pour fabriquer une plaque métallique. On comprendra que ceci est fondamentalement différent de la

formation de structures par retrait par gravure profonde de matériau qui ne fait pas partie de la structure, ce qui évite tous problèmes relatifs aux "effets de proximité".

L'invention concerne également un document de sécurité incorporant un dispositif de sécurité hybride selon l'invention.

5

#### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

Nous allons maintenant décrire des formes de réalisation spécifiques de l'invention uniquement à titre d'exemple en nous référant aux dessins ci-joints, dans lesquels :

10 la figure 1 est une vue schématique en coupe du premier étage de production d'une matrice originale pour un dispositif de sécurité hybride ;

la figure 2 est une vue schématique en coupe de la première couche de photorésist après exposition au faisceau d'électrons ;

15 la figure 3 est une vue schématique en coupe du premier étage des première et deuxième microstructures après que le photorésist non exposé a été retiré ;

la figure 4 est une vue schématique en coupe de la deuxième couche de photorésist négatif recouvrent le premier étage des première et deuxième microstructures ;

20 la figure 5 est une vue schématique en coupe de la deuxième couche de photorésist négatif après exposition au faisceau d'électrons ;

la figure 6 est une vue schématique en coupe du premier étage de la première microstructure et des premier et deuxième étages de la deuxième microstructure, révélés après le retrait de la deuxième couche de photorésist non exposée ;

25 la figure 7 est une vue schématique en coupe d'une troisième couche de photorésist négatif recouvrant la première microstructure et les premier et deuxième étages de la deuxième microstructure ;

30 la figure 8 est une vue schématique en coupe de la troisième couche de photorésist négatif après exposition au faisceau d'électrons ;

la figure 9 est une vue schématique en coupe de la première microstructure et des trois premiers étages de la deuxième microstructure révélés après le retrait du photorésist non exposé ;

la figure 10 est une vue schématique en coupe d'une quatrième couche de

photorésist négatif recouvrant la première microstructure et les trois premiers étages de la deuxième microstructure ;

la figure 11 est une vue schématique en coupe montrant la quatrième couche de photorésist après exposition au faisceau d'électrons ;

5 la figure 12 est une vue schématique en coupe de la première microstructure entourant la deuxième microstructure maintenant complète pour réaliser la matrice originale terminée ;

la figure 13 est une vue schématique d'un billet de banque avec un dispositif de sécurité hybride ;

10 la figure 14A est une vue schématique agrandie d'un Médaillon A représenté sur la figure 13 ;

la figure 14B est une autre vue schématique agrandie du Médaillon A représenté sur la figure 13 ;

15 les figures 15 à 22 illustrent de manière schématique la fabrication d'une matrice originale pour un dispositif de sécurité hybride avec des réseaux de diffraction formés à la même hauteur qu'un DOE ;

les figures 23 et 24 illustrent de manière schématique la fabrication d'une matrice originale pour un dispositif de sécurité hybride qui présentent des réseaux de diffraction à des niveaux différents ;

20 les figures 25 à 27 illustrent de manière schématique la fabrication d'une matrice originale pour un dispositif de sécurité hybride dans lequel un réseau de diffraction est formé à un niveau plus élevé que tous les autres OVD ; et

25 les figures 28 à 36 illustrent de manière schématique la fabrication d'une matrice originale pour un dispositif de sécurité hybride dans lequel les étages des microstructures sont gravés de manière successive dans la surface d'un substrat de silice fondue (verre).

#### DESCRIPTION DETAILLEE DES FORMES DE REALISATION PREFEREES

30 La figure 1 présente la première étape de production de la matrice originale qui est utilisée pour créer une plaque métallique qui est quant à elle utilisée pour gaufrer les dispositifs de sécurité. Une platine de support 2 a une couche de photorésist négatif 4 déposée par rotation sur une profondeur de 0,5 microns.

La figure 2 présente la première couche de photorésist négatif 4 après qu'un faisceau d'électrons a écrit les premiers étages des premier et deuxième



micromotifs (respectivement, 6 et 8) dans les première et deuxième régions (respectivement, 7 et 9). Comme les première et deuxième microstructures (6 et 8) sont formées dans le même processus lithographique, les première et deuxième régions (7 et 9) peuvent être positionnées en proximité étroite, ou même  
5 entremêlées l'une avec l'autre. L'espacement entre les première et deuxième microstructures "X" est inférieur à 5 mm et typiquement inférieur à 1 mm.

Les première et deuxième régions s'entremêlent dans une ou plusieurs zones sur la platine. Les régions peuvent être entrelacées de telle sorte que des bandes de la première microstructure soient entrelacées avec des bandes de la  
10 deuxième microstructure. De manière similaire, les première et deuxième régions peuvent être mutuellement entrecroisées de telle sorte que de petites pièces ou pixels des première et deuxième microstructures soient dispersées les unes dans les autres. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'avoir des zones de bandes entrelacées ainsi que des pixels entrecroisés.

15 Pour un effet visuel hybride, les première et deuxième régions doivent être finement entrelacées ou entrecroisées. Ceci est obtenu par le fait de maintenir les largeurs des bandes individuelles des première et deuxième microstructures à moins de 1 mm. De manière analogue, les pixels entrecroisés des première et deuxième microstructures doivent avoir une dimension maximale de moins de 1  
20 mm. De cette manière, les zones d'entrelacement ou d'entrecroisement mutuel sont perçues comme générant un effet visuel fusionné ou hybride plutôt que de simples pièces ou lignes de deux effets visuels différents.

La figure 3 est une vue schématique en coupe à travers la platine 2, après que la première couche de photorésist non exposé 4 a été retirée par gravure  
25 chimique. Le premier étage des première et deuxième microstructures (6 et 8) reste sur la platine sous la forme de structures de 0,5 microns de haut.

Sur la figure 4, une deuxième couche de photorésist négatif 10 est déposée par rotation sur la platine 2 pour recouvrir les premiers étages (6 et 8) des première et deuxième microstructures. Dans cet exemple illustratif, la première  
30 microstructure 24 (voir figure 12) se trouve être un réseau de diffraction et est donc complète après la formation des réseaux 6 de 0,5 microns de haut. La deuxième microstructure 22 (voir figure 12) est dans ce cas un DOE ou un hologramme numérique et a donc un profil beaucoup plus grand. Par conséquent, le faisceau d'électrons écrit (expose) le deuxième étage 12 de la deuxième

microstructure dans le photorésist négatif 10, tel que représenté sur la figure 5.

La figure 6 montre le premier et le dernier étages des microstructures 6 et les premier et deuxième étages (8 et 12) de la deuxième microstructure révélés une fois que la deuxième couche de photorésist 10 a été gravée.

5 En référence à la figure 7, une troisième couche 14 de photorésist négatif est déposée par rotation sur la platine 2, sur une profondeur de 1,5 microns, afin de recouvrir les réseaux 6 de la première microstructure et des premier et deuxième étages (8 et 12) de la deuxième microstructure.

10 Sur la figure 8, le troisième étage 16 de la deuxième microstructure a été écrit dans la troisième couche de photorésist 14. Ensuite, sur la figure 9, le photorésist est gravé pour révéler les réseaux 6 de la première microstructure et les trois premiers étages (8, 12 et 16) de la deuxième microstructure.

15 La figure 10 montre la quatrième couche de photorésist 18 déposée par rotation sur la platine 2 – cette fois sur une profondeur de 2 microns. Une couche de photorésist de 2 microns est relativement épaisse en termes de photolithographie mais nécessaire afin de recouvrir les premier, deuxième et troisième étages (8, 12 et 16) de la deuxième microstructure.

20 Sur la figure 11, le faisceau d'électrons écrit l'étage final 20 de la deuxième microstructure dans la quatrième couche de photorésist 18. La différence de hauteur entre les première et deuxième microstructures est représentée par Y qui, dans ce cas, fait 1,5 microns. Une fois que le photorésist 18 a été gravé, la matrice complète 26 ayant les première et deuxième microstructures (respectivement 24 et 22) situées en étroite proximité l'une de l'autre, et/ou mutuellement entremêlées malgré le fait que la première microstructure 24 ait un  
25 profil de hauteur A très inférieur au profil de hauteur B de la deuxième microstructure.

30 Si les mêmes microstructures devaient être gravées à partir d'un photorésist positif, la dispersion de la lumière UV à de plus grandes profondeurs de gravure (à savoir de plus de 1  $\mu\text{m}$ ) générerait des effets de proximité. Comme on l'a décrit ci-dessus, les effets de proximité réduisent la précision de l'étape d'exposition, de sorte que la microstructure résultante est moins précise.

Bien évidemment, l'épaisseur de dépôt du photorésist ne doit pas nécessairement être de 0,5 microns. On la fait habituellement varier pour coller au profil des micro- ou nanostructures à former. Par exemple, les hauteurs des

quelques derniers étages dans un hologramme sont habituellement petites – éventuellement (par exemple) de 0,2 microns. Naturellement, l'intensité du faisceau d'électrons est réglée sur la profondeur d'exposition requise.

5 Avec la matrice originale complétée 26, une plaque métallique peut être formée par dépôt électrolytique des microstructures 22 et 24 sur la platine 2. Typiquement, du nickel est utilisé pour former la plaque métallique requise. La plaque métallique est un inverse précis des première et deuxième microstructures (respectivement 24 et 22) formées sous la forme d'un motif de surface en relief. Ce motif de surface en relief est utilisé pour gaufrer les dispositifs de sécurité dans  
10 les documents de sécurité individuels.

Le dispositif de sécurité a habituellement une couche d'encre époxy durcissable aux UV, qui est gaufrée par la plaque métallique avant d'être durcie. Après durcissement, les microstructures sont fixées et le dispositif de sécurité est souvent enfermé sous une couche de protection transparente.

15 Tel que représenté sur la figure 13, un billet de banque 28 a un dispositif de sécurité 30 formé selon la présente invention. La première microstructure 24 est un réseau de diffraction occupant une zone circulaire. La deuxième microstructure 22 est un DOE ou un réseau de micro-miroirs et occupe une deuxième région du dispositif de sécurité hybride 30. Cependant, dans la zone en forme de signe  
20 dollar 32, les première et deuxième régions ayant respectivement les première et deuxième microstructures sont entrelacées ou entrecroisées.

La figure 14A est un agrandissement schématique d'un médaillon A représenté sur la figure 13. Ici, les première et deuxième régions des première et deuxième microstructures (respectivement 24 et 22) se présentent sous la forme  
25 de bandes entrelacées 34. Tel que décrit ci-dessus, la largeur  $W$  de ces bandes 34 est inférieure à 1 mm, de sorte que l'œil perçoit un effet visuel hybride généré par les première et deuxième microstructures (24 et 22). Des bandes plus larges seraient vues comme des lignes alternées de l'effet visuel des première microstructures 24 et de l'effet visuel des deuxièmes microstructures 22.

30 La figure 14B montre une autre forme de la zone d'entrelacement ou d'entrecroisement 32. Dans cette forme, les première et deuxième microstructures (24 et 22) se trouvent dans une première et une deuxième régions sous la forme de petites pièces ou pixels 36. Là encore, les pixels 36 ont une dimension maximale  $W$  de 1 mm de telle sorte que l'effet visuel hybride soit généré à la place

d'un "échiquier" de l'effet visuel de la première microstructure 24 et de l'effet visuel de la deuxième microstructure 22.

On comprendra que le dispositif de sécurité hybride 30 puisse avoir plusieurs zones d'entrelacement ou entrecroisement mutuel 32 et que les première et deuxième régions dans ces zones puissent se présenter sous la forme de bandes et de pixels ou d'autres formes. En outre, le dispositif de sécurité hybride 30 peut avoir plus de deux types microstructures différents et peut générer un effet hybride à partir de trois types d'OVD différents ou plus. L'impression visuelle hybride créée par deux OVD différents ou plus est hautement distinctive et exceptionnellement difficile à répliquer par le contrefacteur.

Les figures 15 à 22 sont des illustrations schématiques de la fabrication lithographique d'une matrice originale pour un dispositif de sécurité hybride ayant un réseau de diffraction formé à la même hauteur que le dessus d'un élément optique diffractif ; le processus commence avec une platine de support 2 ayant une couche de photorésist négatif déposée par rotation sur la surface supérieure sur une profondeur de 0,5 microns, tel que représenté sur la figure 15.

La figure 16 montre la première couche de photorésist négatif avant et après qu'un faisceau d'électrons a écrit le premier étage 8 de la deuxième microstructure dans une deuxième région 9. Contrairement au processus présenté sur les figures 1 à 12, le photorésist 6 dans la première région 7 n'est pas le premier étage de la première microstructure, mais plutôt juste une couche de support qui se trouvera en dessous de la première microstructure dans la matrice originale complétée (voir figure 22).

Sur la figure 17, une deuxième couche de photorésist est déposée sur la couche de support 6 de la première microstructure et le premier étage 8 de la deuxième microstructure. Le faisceau d'électrons expose le photorésist pour écrire le deuxième étage 14 de la deuxième microstructure et expose la deuxième couche de support 12 de la première microstructure (voir figure 18).

La figure 19 présente la troisième couche de photorésist recouvrant la deuxième couche de support 12 de la première microstructure et le deuxième étage 14 de la deuxième microstructure.

La figure 20 présente la troisième couche de support 18 de la première microstructure et le troisième étage 20 de la deuxième microstructure après exposition au faisceau d'électrons d'écriture et développement pour retirer le

photorésist non exposé.

Ensuite, tel que représenté sur la figure 21, la troisième couche de support 18 de la première microstructure, et le troisième étage 20 de la deuxième microstructure est recouvert de photorésist 22. Le photorésist 22 est exposé au faisceau d'électrons d'écriture.

Tel que représenté sur la figure 22, le faisceau d'électrons d'écriture expose le premier étage et étage final 24 de la première microstructure 25 ainsi que le quatrième étage et étage final 26 de la deuxième microstructure 27.

Le profil de hauteur A de la première microstructure 25 est beaucoup plus basse que le profil de hauteur B de la deuxième microstructure 27, mais les couches de support sous-jacentes 6, 12 et 18 permettent que la hauteur H1 de la première microstructure 25 soit identique à la hauteur H2 de la deuxième microstructure 27.

Les figures 23 à 27 illustrent de manière schématique les étapes de fabrication d'une matrice originale pour produire un élément de sécurité hybride avec deux réseaux de diffraction formés à différents niveaux par rapport à l'élément optique diffractif.

Les figures 23 et 24 illustrent de manière schématique la situation dans laquelle la première microstructure 25 est formée à un quelconque niveau arbitraire de la platine de support 2. Dans ce cas, les réseaux de diffraction 24 de la première microstructure 25 sont supportés sur seulement deux couches sous-jacentes 6 et 12. Le processus de construction des autres microstructures 27 et 31 peut continuer conformément aux étapes de processus décrites ci-dessus.

Tel que décrit sur les figures 25, 26 et 27, une troisième microstructure 31 ayant des réseaux de diffraction 24 peut être formée à une hauteur de H1 au-dessus de la hauteur H2 des première et deuxième microstructures (respectivement 25 et 27). Le premier étage et étage final 24 de la troisième microstructure 31 apparaît après l'étage final 26 de la deuxième microstructure 27 par le simple fait de prévoir autant de couches de support sous-jacentes (6, 12, 18 et 4) que nécessaire pour obtenir la hauteur requise.

Les figures 28 à 36 illustrent de manière schématique les étapes de fabrication d'une matrice originale d'un élément de sécurité hybride avec deux OVD ou plus ayant des profils de hauteur. Ce processus s'appuie sur une série de gravures ioniques réactives (GIR) dans un substrat de silice fondue (verre) 2. Ce

processus nécessite une série de photomasques 44 formés à partir d'un matériau approprié tel que du chrome. L'homme du métier comprendra que les masques sont fabriqués par dépôt par rotation d'une couche de photorésist sur une couche de chrome. Le photorésist est exposé à un rayonnement tel qu'un faisceau  
5 d'électrons d'écriture puis développé pour le retrait de zones du photorésist et l'exposition de la surface du photomasque de chrome 44 dans le motif des première et deuxième microstructures. Un agent de gravure approprié est utilisé pour former des ouvertures 48 à travers la couche de chrome pour compléter le photomasque de chrome 44.

10           Tel que représenté sur la figure 28, le substrat de verre 2 est revêtu d'une couche de photorésist 4 qui est exposée à un rayonnement UV 46 à travers le photomasque 44. Le photorésist 4 est exposé à travers des ouvertures 48. Les zones de photorésist exposées sont retirées par un agent de gravure approprié pour créer des vides 50 (tel que représenté sur la figure 29).

15           Selon la figure 30, le substrat de verre 2 est soumis à une gravure ionique réactive (GIR) 52 à l'aide d'ions appropriés tels que des ions argon accélérés à travers un environnement gazeux approprié. Les zones exposées 54 en dessous des vides 50 dans le photorésist 4 sont gravées sur une profondeur étroitement contrôlée.

20           Tel que représenté sur la figure 31, les zones de photorésist 4 restantes sont décapées à l'aide d'un plasma d'oxygène laissant des structures surélevées 56 entre les évidements gravés 54.

          Ensuite, tel que représenté sur la figure 32, le processus est répété pour la gravure ionique réactive suivante dans le substrat de verre 2. La deuxième couche  
25 de photorésist 58 est déposée par rotation sur le substrat de verre sur une profondeur recouvrant les caractéristiques surélevées 56.

          Selon la figure 33, le deuxième photomasque de chrome 60 est placé sur le photorésist 58 et exposé à un rayonnement UV 46. Les zones exposées à la lumière UV à travers des ouvertures 48 formées dans le masque 60 sont retirées  
30 pour créer des vides 62 dans la deuxième couche de photorésist 58, tel que représenté sur la figure 34.

          Tel que représenté sur la figure 35, une deuxième gravure ionique réactive 52 approfondit davantage les évidements 54 tout en créant de nouveaux évidements pour des caractéristiques plus profondes 54 dans le substrat de verre

2.

Tel que représenté sur la figure 36, les zones restantes de la deuxième couche de photorésist 58 sont décapées par un plasma d'oxygène (également appelé "polissage"). Comme avec les première et deuxième gravures ioniques réactives 52, les évidements associés 54 et 64 forment, en association avec les zones surélevées 68, les première et deuxième microstructures 22 et 24 requises sur la matrice originale 66. Bien évidemment, en réalité, beaucoup plus que deux étapes de GIR seront utilisées pour créer la matrice 66 et les première et deuxième microstructures complexes (24 et 22) sur celui-ci.

10           Tel qu'illustré sur les figures 28 à 36, chaque GIR est un processus binaire et par conséquent, après seulement deux gravures, le substrat de verre 2 supporte des microstructures à quatre niveaux. Par conséquent, si le processus est répété  $n$  fois à l'aide de  $n$  masques différents, les microstructures auront  $2^n$  niveaux différents.

15           Le procédé GIR ci-dessus est bien approprié pour la fabrication de structures telles que des DOE qui sont soumis à une "adaptation d'indice de réfraction". L'adaptation d'indice de réfraction fait référence à la modification d'une microstructure diffractive (généralement par augmentation du profil de hauteur) pour tenir compte du changement effectif de l'indice de réfraction du matériau de microstructure lorsqu'il est recouvert par un revêtement protecteur. Le matériau de microstructure diffractive a typiquement un indice de réfraction d'environ 1,5. Lorsqu'il est revêtu, son indice peut être décalé d'environ 0,3, ce qui provoque un décalage de position de l'interférence constructive et destructive, et de grandes erreurs en résultent. Par conséquent, la microstructure d'origine est formée (la hauteur et les hauteurs des étages sont augmentées) de manière à tenir compte du décalage. A la lumière de ce qui précède, des structures diffractives soumises à une adaptation d'indice de réfraction font environ 2,5 microns de profondeur et sont typiquement des structures à huit niveaux. En utilisant une lithographie par faisceaux d'électrons, chaque étape d'exposition individuelle peut former une structure d'environ 1 micron de haut. La construction de structures qui font environ 2,5 microns de haut à l'aide d'une lithographie par faisceau d'électrons n'est donc pas aussi efficace en termes de temps et de coût que le procédé GIR ci-dessus.

Traditionnellement, si un élément de sécurité pour un document de valeur devait inclure un DOE à côté d'un DOVD (dispositif optiquement variable diffractif),

le DOE serait fabriqué par GIR et le DOVD par un processus de lithographie par faisceau d'électrons normal. Ces deux dispositifs constitutifs subiraient ensuite un processus de recombinaison, produisant entre eux un large espacement, susceptible d'atteindre souvent environ 2 centimètres.

- 5 Les techniques développées par la présente invention permettent l'incorporation du réseau diffractif dans tout niveau sélectionné du photorésist négatif (si utilisation de la technique de lithographie par faisceau d'électrons), ou d'un niveau du processus de GIR afin d'éliminer l'espacement et de permettre l'entrelacement ou entrecroisement des deux dispositifs différents.
- 10 Tels qu'utilisés ici les termes comprend/comprenant et leurs variations grammaticales doivent être entendus comme spécifiant la présence de caractéristiques, entités, étapes, composants ou groupes de ceux-ci, tels que décrits, mais n'excluent pas la présence ou l'ajout d'un(e) ou plusieurs autres caractéristiques, entités, étapes, composants ou groupes de ceux-ci.
- 15 L'invention a été décrite ici à titre d'exemple uniquement. L'homme du métier comprendra aisément que de nombreuses variantes et modifications peuvent être apportées sans pour autant sortir de l'esprit et du cadre du concept inventif pris dans son sens large.



## REVENDEICATIONS

1. Dispositif de sécurité hybride pour documents de sécurité et jetons, caractérisé en ce que en ce qu'il comprend :

5 un substrat (2) ;

une première microstructure (22) pour un premier dispositif optiquement variable (OVD) supporté sur le substrat dans une première région (7) ; et

une deuxième microstructure (24) pour un deuxième OVD supporté sur le substrat dans une deuxième région (9) ;

10 les première et deuxième régions (7, 9) étant mutuellement entrelacées ou entrecroisées dans au moins une zone ; et

la première microstructure (22) ayant un profil de hauteur qui diffère de celui de la deuxième microstructure (24) de plus de 0,5 microns.

15 2. Dispositif de sécurité hybride selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premières microstructures (22) ont une hauteur maximale au-dessus de la surface du substrat (2) qui diffère d'une hauteur maximale des deuxièmes microstructures (24) de plus de 0,5 microns.

3. Dispositif de sécurité hybride selon la revendication 1, caractérisé en ce que les première et deuxième régions (7, 9) sont séparées de moins de 5 mm.

20 4. Dispositif de sécurité hybride selon la revendication 1, caractérisé en ce que les première et deuxième régions (7, 9) dans la zone d'entrelacement ou entrecroisement mutuel se présentent sous la forme de pixels entrecroisés de la première microstructure et de la deuxième microstructure, et chacun des pixels a une dimension maximale de 1 mm dans toutes les directions.

25 5. Dispositif de sécurité hybride selon la revendication 1, caractérisé en ce que les première et deuxième régions (7, 9) dans la zone d'entrelacement ou entrecroisement mutuel se présentent sous la forme de bandes entrelacées de la première microstructure et de la deuxième microstructure, chacune des bandes ayant une largeur maximale de 1 mm.

30 6. Dispositif de sécurité hybride selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la première microstructure OV (22) est un réseau de diffraction ou un hologramme et la deuxième microstructure OV (24) est un élément optique diffractif (DOE).

7. Dispositif de sécurité hybride selon l'une quelconque des revendications

1 à 5, caractérisé en ce que la première microstructure OV (22) est un réseau de micro-miroirs et la deuxième microstructure (24) est un DOE.

8. Dispositif de sécurité hybride selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la première microstructure OV (22) est un réseau de  
5 micro-miroirs et la deuxième microstructure (24) est un réseau de diffraction.

9. Dispositif de sécurité hybride selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les première et deuxième microstructures OV (22, 24) sont formées à partir d'une encre époxy durcissable par rayonnement, gaufrable.

10. Dispositif de sécurité hybride selon l'une quelconque des revendications  
10 1 à 8, caractérisé en ce que la zone d'entrecroisement mutuel est constituée d'une zone de la première microstructure OV uniquement.

11. Procédé de production d'un dispositif de sécurité hybride pour un document de sécurité ou un jeton, le procédé étant caractérisé en ce que en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

15 déposer par rotation une couche de photorésist négatif (4) sur une surface sous-jacente ;

exposer la couche de photorésist négatif à un faisceau d'électrons pour écrire un premier étage d'un premier motif de microstructure (6) et d'un deuxième motif de microstructure (8) ;

20 développer la couche de photorésist négatif (4) pour retirer les zones non exposées du photorésist négatif de telle sorte qu'il reste une première microstructure au moins partielle et une deuxième microstructure partielle ;

déposer par rotation une couche de photorésist négatif suivante (10) sur la platine pour recouvrir la première microstructure au moins partielle et la deuxième  
25 microstructure partielle ;

exposer la couche de photorésist suivante (10) à un faisceau d'électrons pour continuer à écrire le premier motif de microstructure s'il n'a pas été terminé lors d'une exposition précédente, et continuer à écrire le deuxième motif de microstructure ;

30 développer la couche de photorésist suivante (10) de telle sorte qu'il reste la première microstructure et la deuxième microstructure partielle ;

déposer par rotation une couche de photorésist négatif finale (16) sur la platine pour recouvrir la première microstructure et la deuxième microstructure partielle ;

exposer la couche de photorésist négative finale (16) à un faisceau d'électrons pour terminer l'écriture du deuxième motif de microstructure ;

développer la couche de photorésist négative finale (16) de telle sorte qu'il reste la première microstructure et la deuxième microstructure sur la platine ;

5 utiliser la platine et les première et deuxième microstructures pour former un motif de surface en relief avec un inverse des première et deuxième microstructures ; et

utiliser le motif de surface en relief pour gaufrer les première et deuxième microstructures (22, 24) dans une couche gaufrable pour former le dispositif de  
10 sécurité hybride.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le motif de surface en relief est formé sur une plaque métallique.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la plaque métallique est formée par dépôt électrolytique des première et deuxième  
15 microstructures (22, 24) sur la platine (2).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que les deuxièmes microstructures (24) font au moins 0,5  $\mu\text{m}$  de plus que les premières microstructures (22).

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé  
20 en ce qu'au moins l'une des couches de photorésist négatif est déposée par rotation sur la platine selon une épaisseur qui diffère de celle d'au moins une autre des couches de photorésist négatif.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, caractérisé  
25 en ce que les première et deuxième microstructures (22, 24) sont utilisées pour former des types de dispositifs optiquement variables (OVD) différents, les types de dispositifs optiquement variables étant sélectionnés parmi :

- (a) un réseau de diffraction ;
- (b) un hologramme ;
- (c) un élément optique diffractif (DOE) ; et
- 30 (d) un réseau de micro-miroirs.

17. Procédé de production d'un dispositif de sécurité hybride pour un document de sécurité ou un jeton, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

déposer une couche de photorésist négatif (4) sur une surface sous-

jacente ;

exposer la couche de photorésist (4) à un faisceau d'électrons pour écrire un étage d'un premier motif de microstructure (6) et/ou d'un deuxième motif de microstructure (8) ;

5 développer la couche de photorésist négatif (4) pour retirer les zones non exposées ;

répéter les étapes de dépôt, d'exposition et de développement pour construire les première et deuxième microstructures (22, 24) par étages successifs, les première et deuxième microstructures ayant chacune au moins un

10 étage ;

un premier étage de la première microstructure (22) étant déposé, exposé et développé après un premier étage de la deuxième microstructure (24), et/ou l'étage final de la première microstructure (22) étant déposé, exposé et développé avant un étage final de la deuxième microstructure (24).

15 18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que la première microstructure (22) forme un premier OVD et a un premier profil de hauteur et la deuxième microstructure (24) forme un deuxième OVD ayant un deuxième profil de hauteur, le deuxième profil de hauteur faisant au moins 0,5 microns de plus que le premier profil de hauteur.

20 19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que le premier OVD est un réseau de diffraction et le deuxième OVD est un élément optique diffractif (DOE).

20. Document de sécurité incorporant un dispositif de sécurité hybride selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

1/9

Fig.1

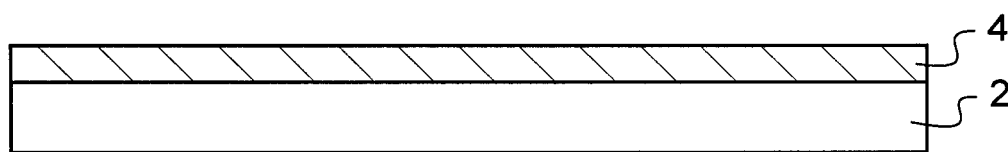


Fig.2

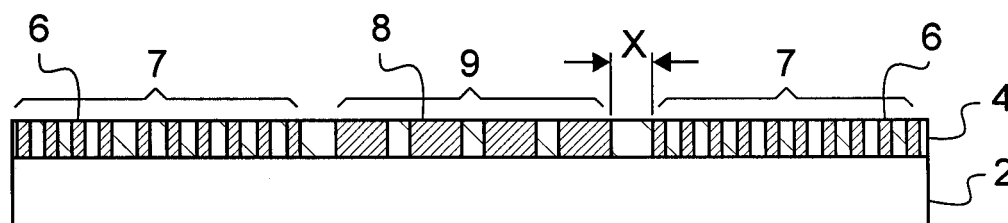


Fig.3

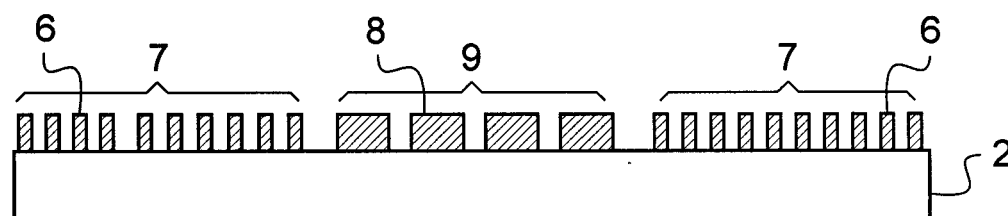


Fig.4

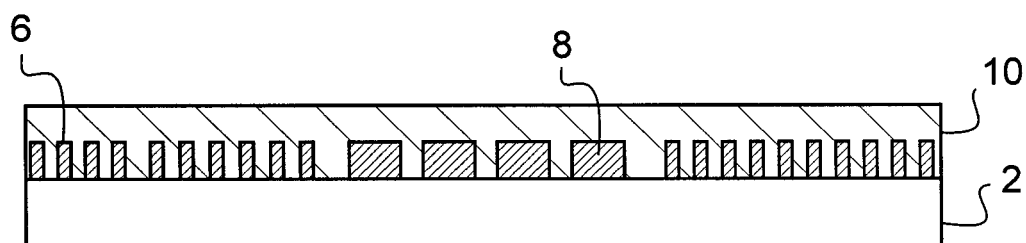


Fig.5

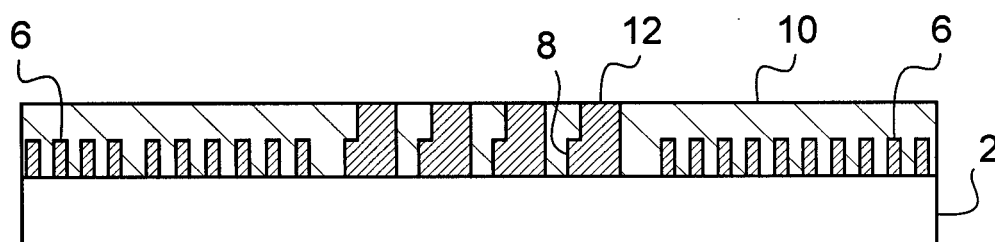
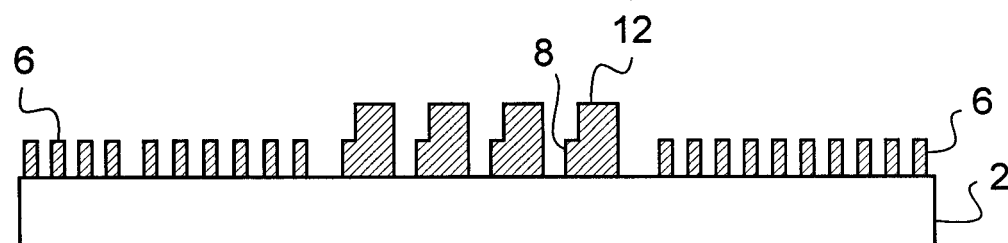
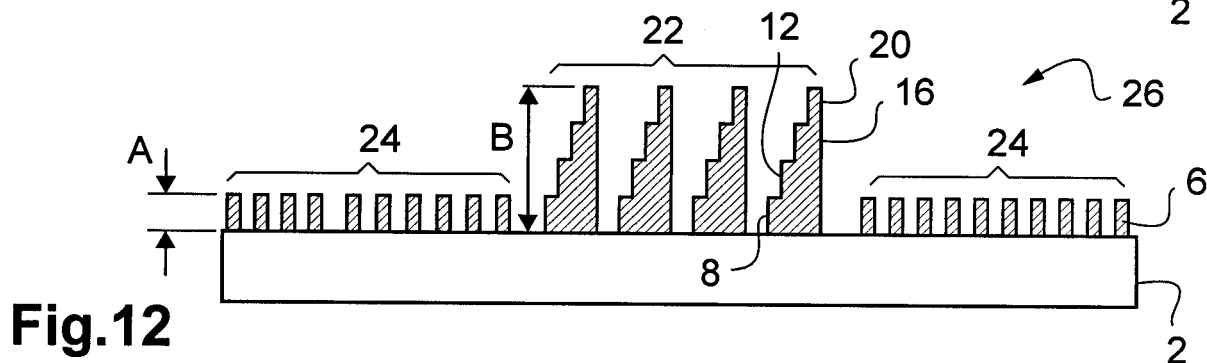
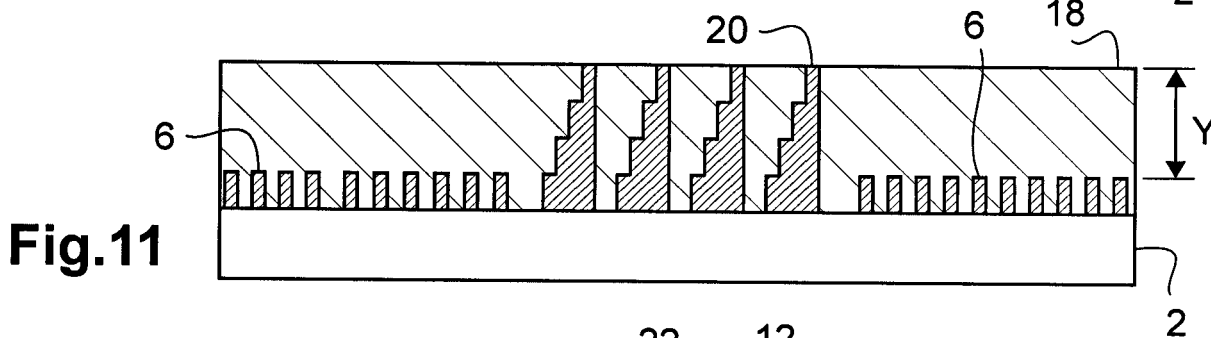
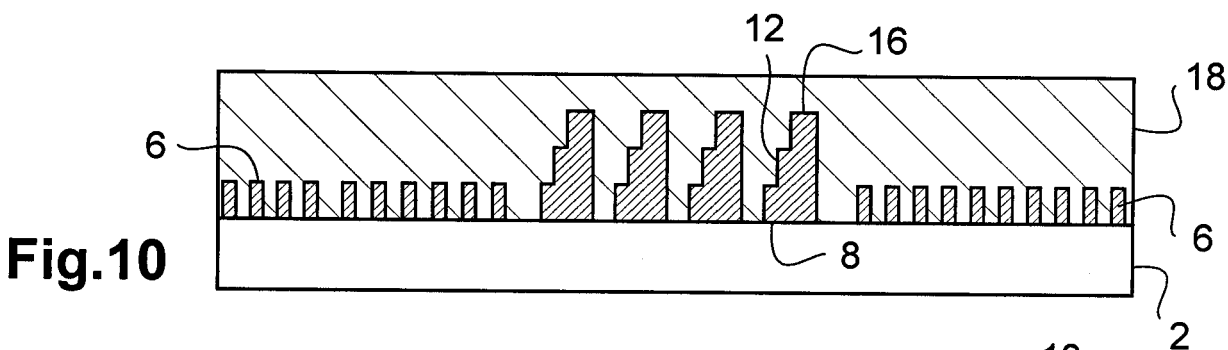
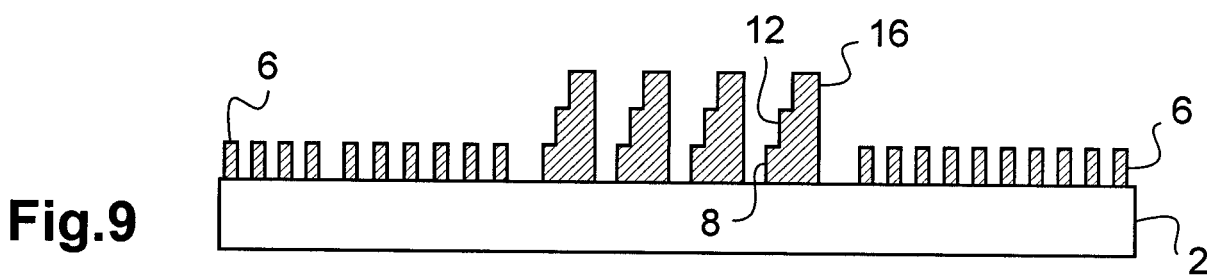
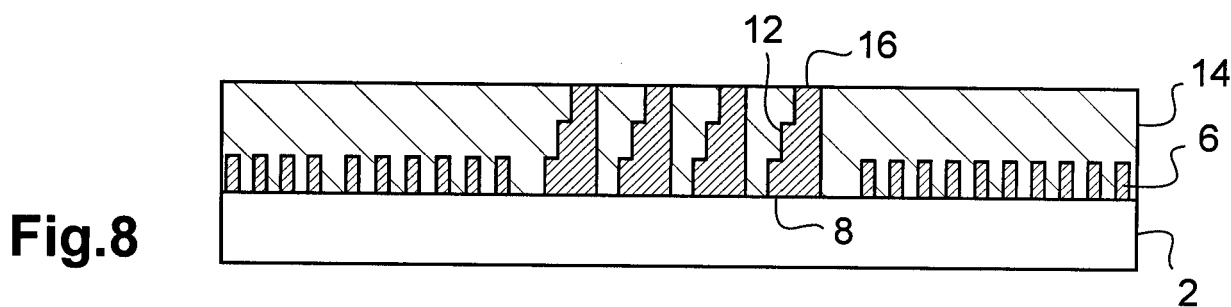
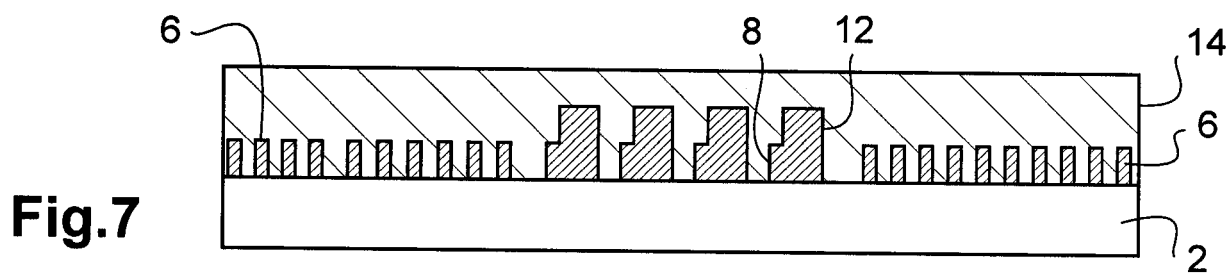


Fig.6



2/9



3/9

Fig.13

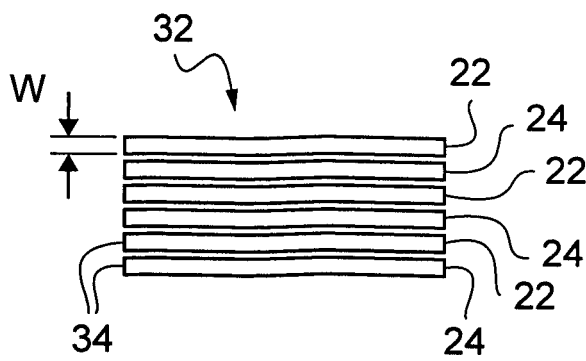
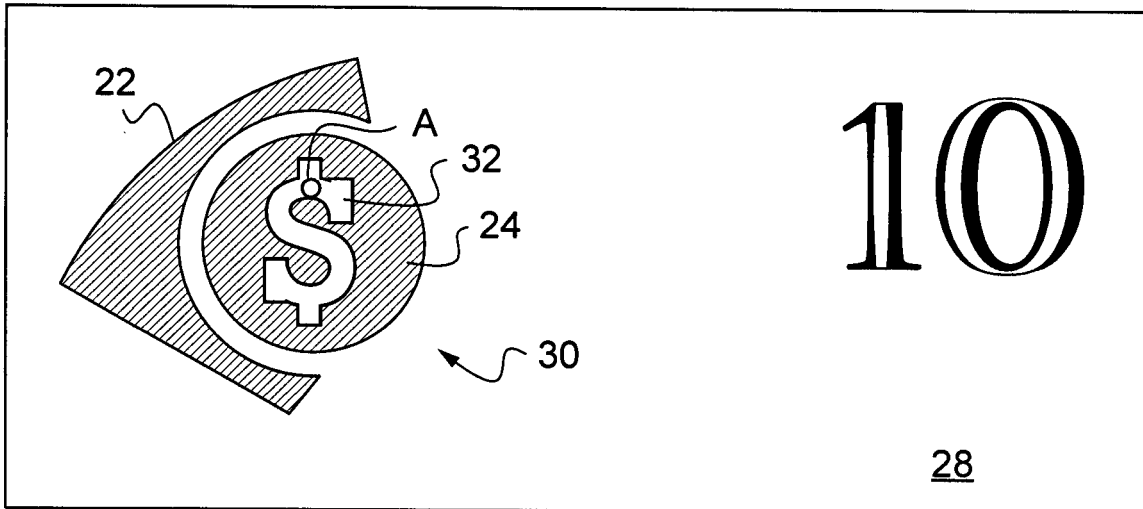


Fig.14A

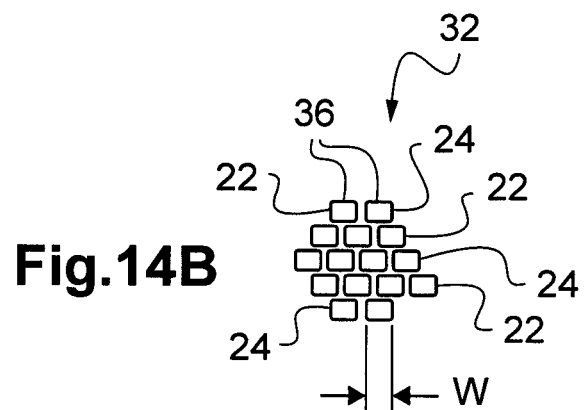


Fig.14B

4/9

Fig.15

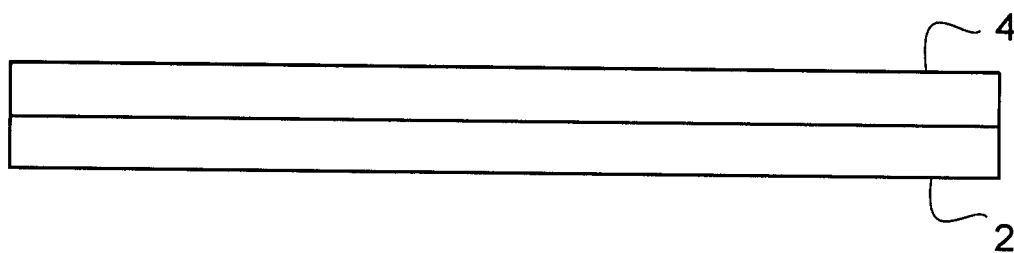


Fig.16

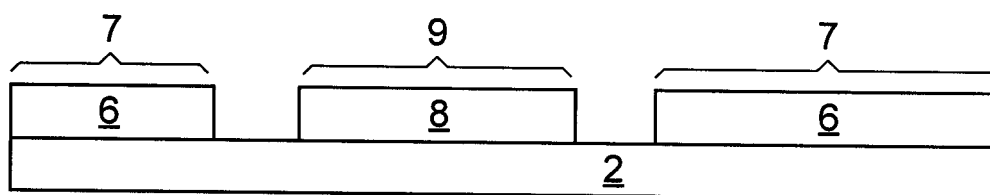


Fig.17

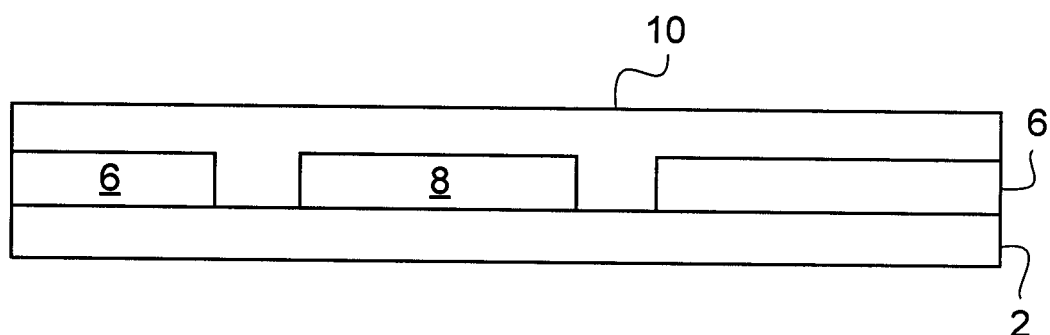


Fig.18

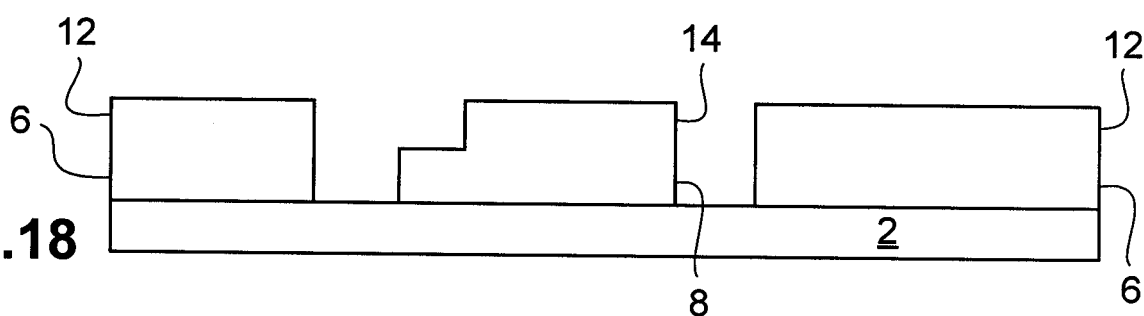
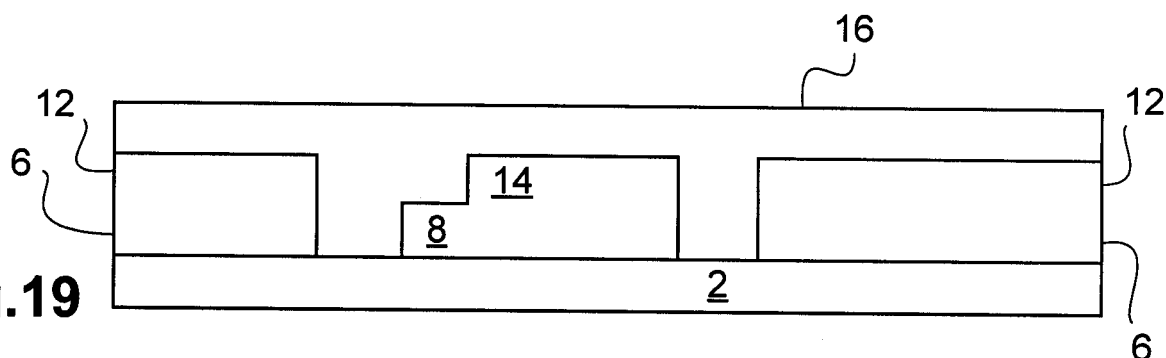
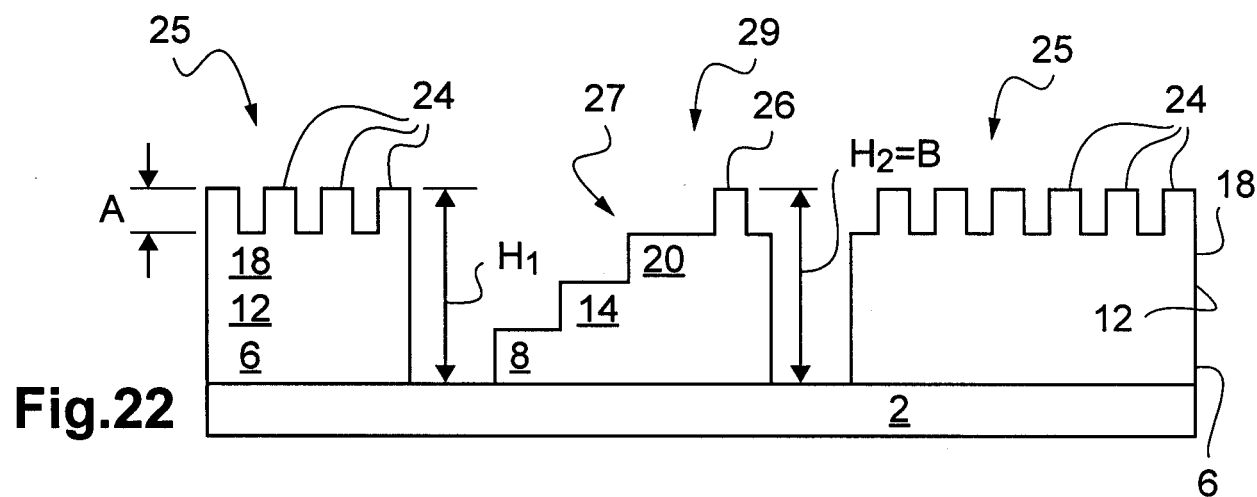
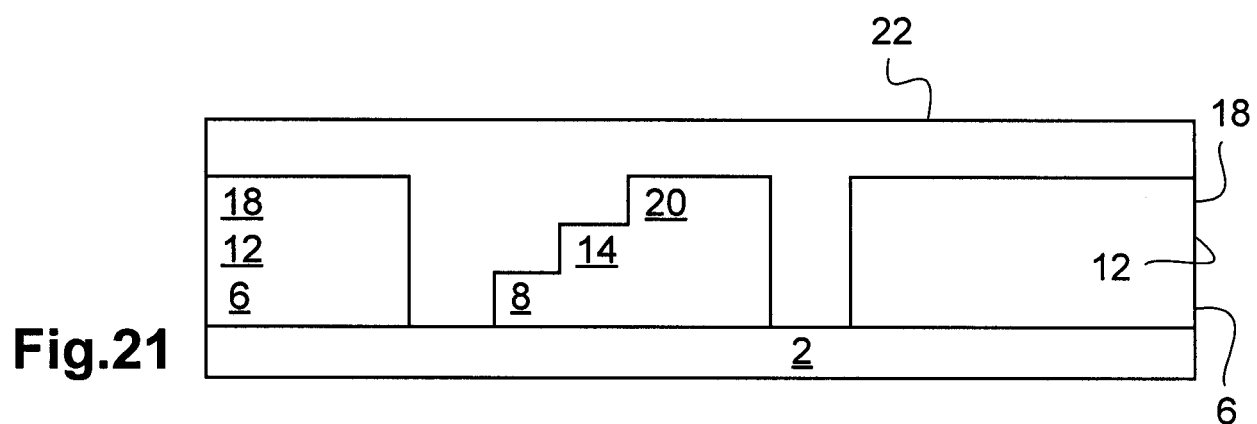
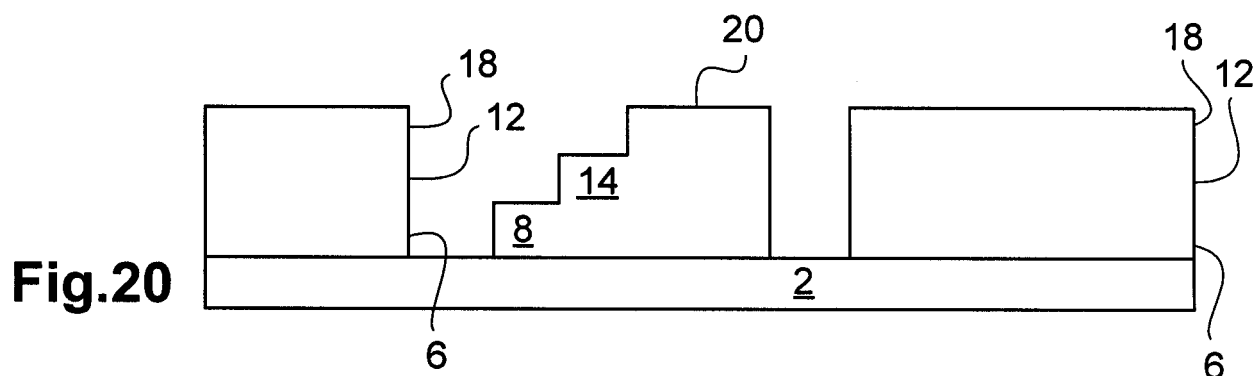


Fig.19





5/9



6/9

Fig.23

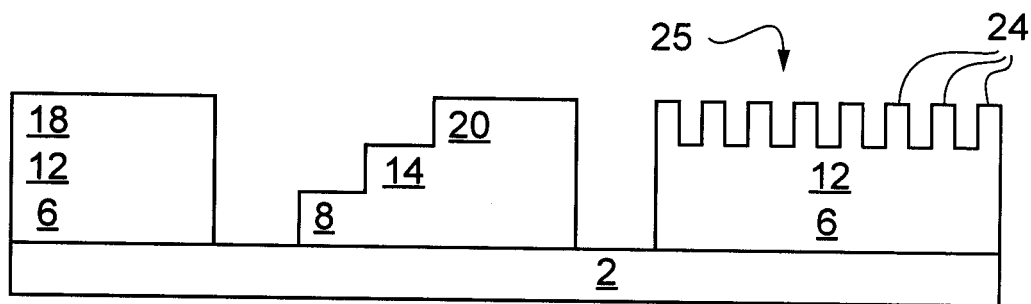


Fig.24

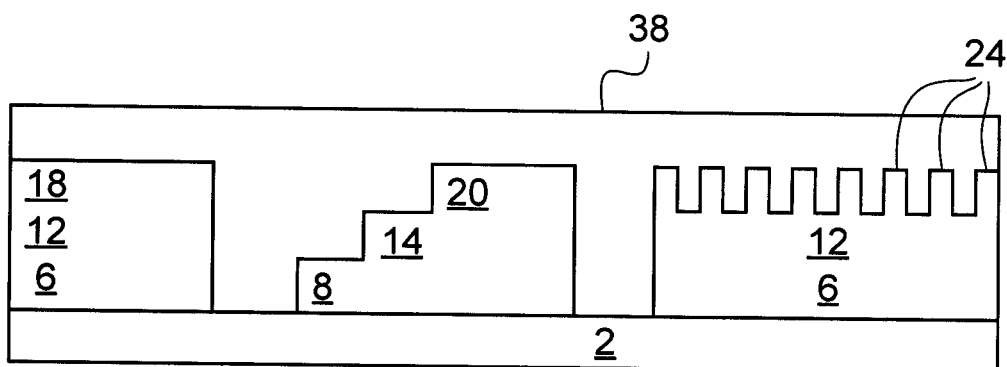


Fig.25

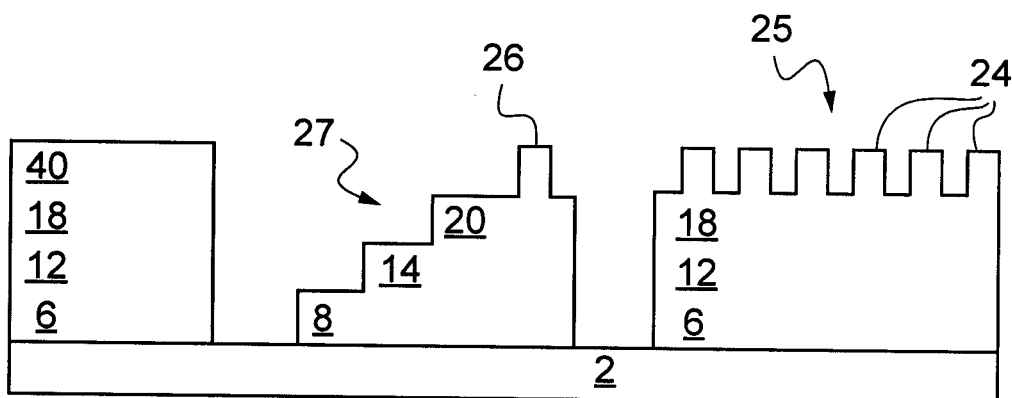
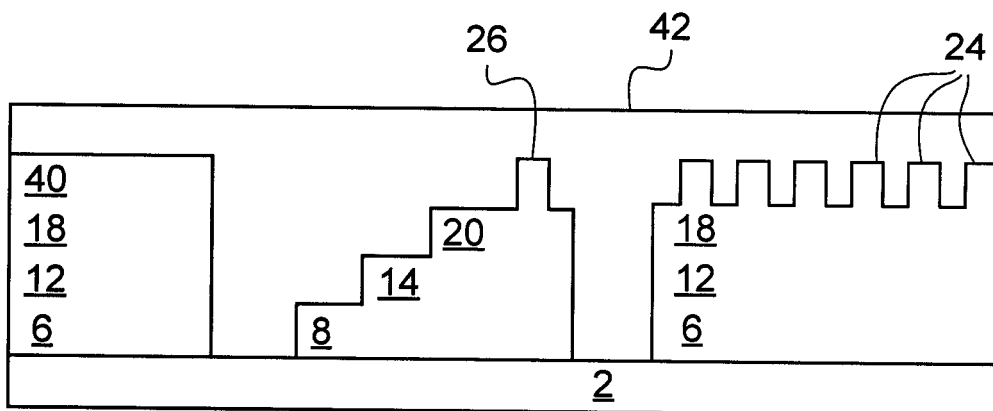
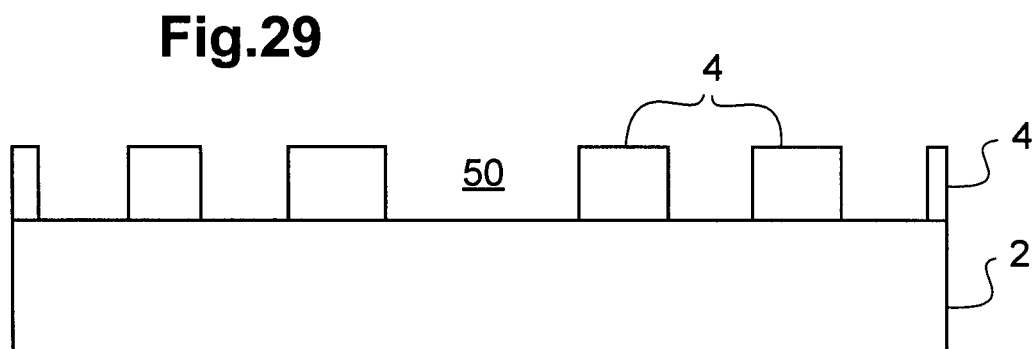
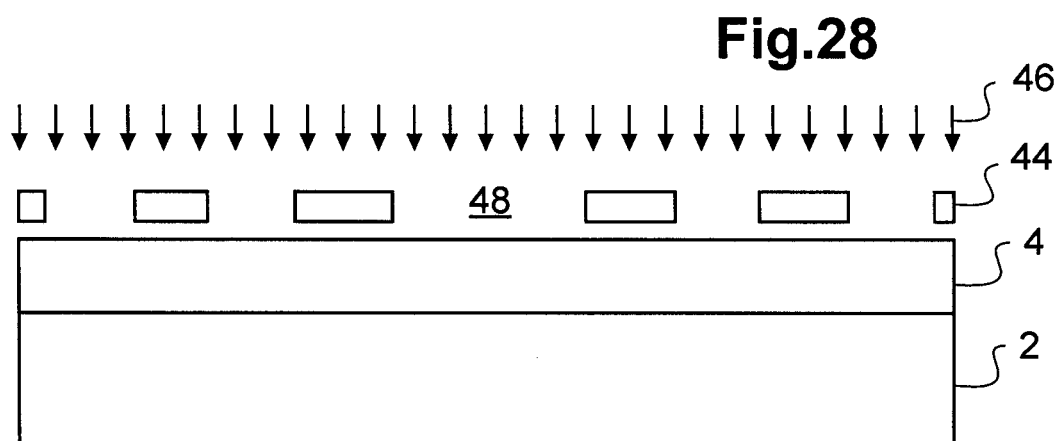
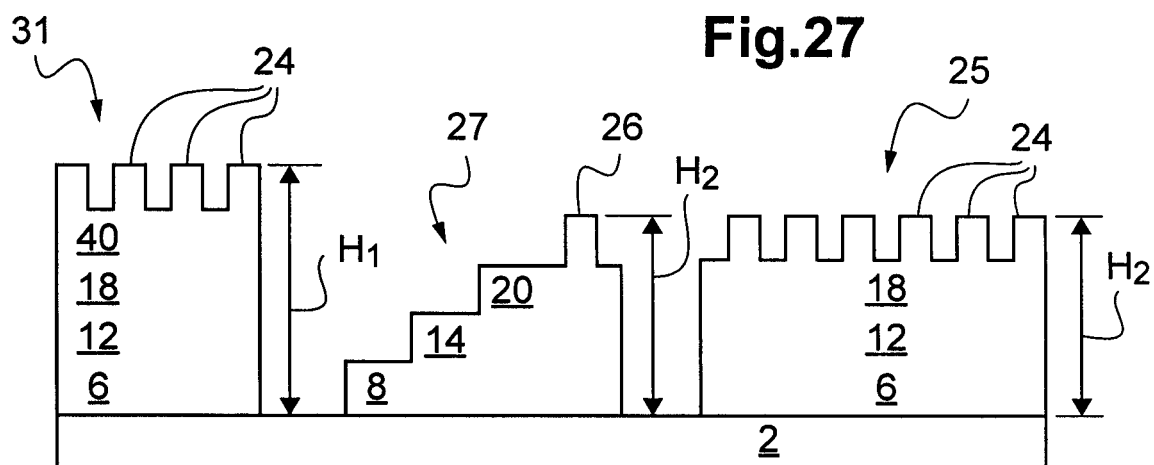


Fig.26



7/9



8/9

Fig.30

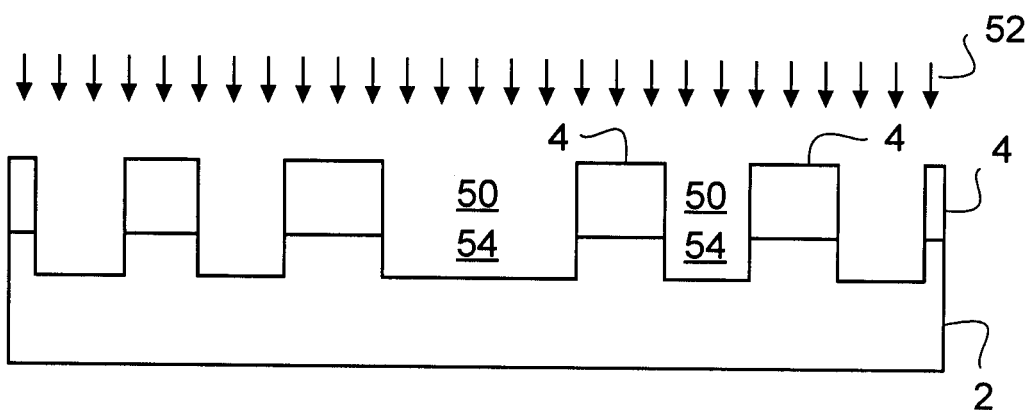


Fig.31

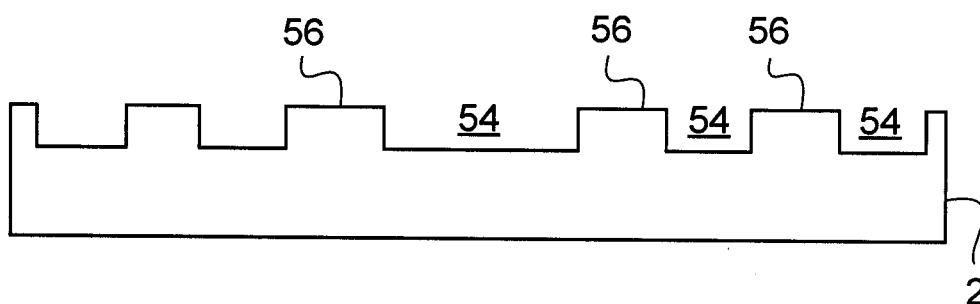


Fig.32

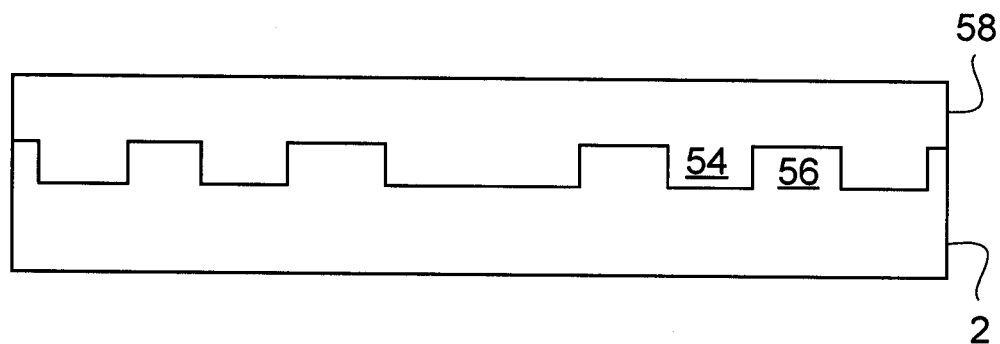
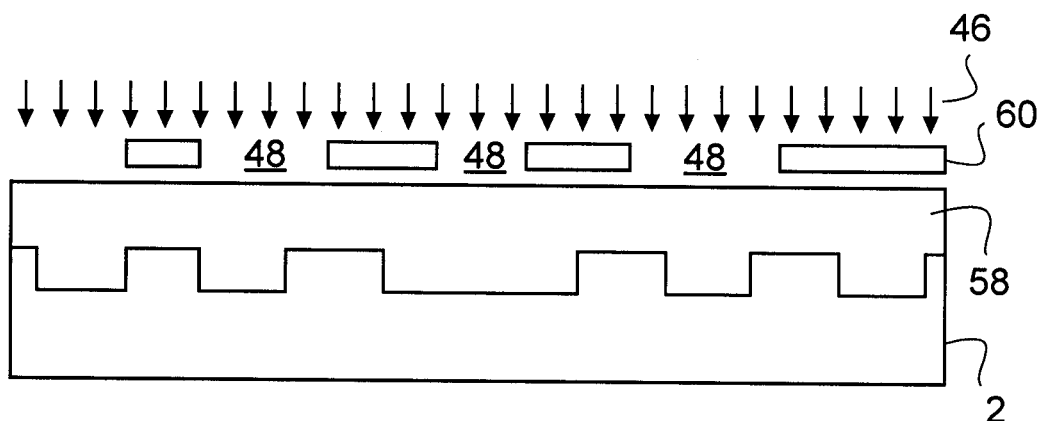


Fig.33



9/9

