

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 128 779**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **21 11619**

⑤① Int Cl⁸ : **G 01 B 11/00 (2022.01), G 01 N 21/956**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ STRUCTURE DE METROLOGIE.

②② Date de dépôt : 02.11.21.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 05.05.23 Bulletin 23/18.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 01.03.24 Bulletin 24/09.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
Etablissement public — FR.*

⑦② Inventeur(s) : BLANCQUAERT Yoann et DUBREUIL
Olivier.

⑦③ Titulaire(s) : *COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
Etablissement public.*

⑦④ Mandataire(s) : BREVALEX.

FR 3 128 779 - B1



Description

Titre de l'invention : STRUCTURE DE METROLOGIE

Domaine technique

[0001] La présente demande a trait au domaine de la fabrication de dispositifs en couches minces tels que les dispositifs microélectroniques et/ou les microsystèmes et concerne plus précisément une nouvelle structure de métrologie adaptée à la détermination ou la mesure de paramètres tels que la dimension critique, le recouvrement (overlay) et le focus utilisés lors des procédés de fabrication en couches minces en particulier lors d'étapes de photolithographie.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] Pour réaliser un dispositif en couche minces sur un substrat et en particulier un dispositif microélectronique ou un microsystème on utilise couramment des procédés de photolithographie permettant de former des motifs en réalisant ces derniers tout d'abord dans une couche de matériau photosensible avant de les transférer dans la couche mince à structurer.

[0003] Il est souhaitable d'effectuer fréquemment des mesures sur le dispositif en cours de réalisation ou sur un étalon en particulier pour le contrôle et la vérification d'un procédé de photolithographie. Plusieurs paramètres intrinsèques à un équipement de photolithographie peuvent influencer le procédé de photolithographie et doivent être suivis.

[0004] Parmi les paramètres mesurés, on compte notamment la mesure de dimension critique CD (pour « Critical Dimension ») qui est la plus petite dimension de motifs structurés hormis leur épaisseur et qui correspond typiquement à leur largeur. Un tel paramètre varie en fonction de la dose d'exposition au rayonnement lumineux utilisé, typiquement UV et de la mise au point (focus).

[0005] Différentes méthodes permettent d'effectuer une mesure de dimension critique. Un premier type de méthode appelée CD-SEM (pour « Critical Dimension- Scanning Electron Measurement ») décrite par exemple dans le document US 552 3567A est basée sur l'imagerie électronique. Un faisceau d'électrons est mis en forme et focalisé sur une surface d'un échantillon de manière à balayer une surface de cet échantillon. Au cours de ce balayage, des électrons réémis sont détectés par un détecteur ayant un fonctionnement semblable à celui d'un scintillateur.

[0006] Un deuxième type de méthode appelée « scatterométrie » et décrite par exemple dans les documents US20160076876A1, EP2486378A1, EP1628164B1, est fondée sur l'analyse d'une lumière diffusée. Une telle technique repose en outre sur l'association d'une mesure physique par réflectométrie et d'une modélisation mathématique. La

structure à analyser est illuminée par une source lumineuse de gamme spectrale pouvant aller de l'ultraviolet (UV) à l'infrarouge (IR). Un faisceau lumineux incident d'intensité I_0 est émis sur la structure et subit principalement deux modifications physiques : la diffraction et l'interaction avec la structure. Un détecteur collecte des intensités I_r de différents ordres de diffraction.

- [0007] Un troisième type de méthode, reposant sur une analyse d'interaction atomique, est décrit par exemple dans le document US4724318A. Le principe réside dans l'interaction atomique entre une pointe et une surface d'une structure à mesurer. La structure est balayée par cette pointe qui suit la topographie de la surface. La position de la pointe, peut être détectée grâce à la réflexion d'un laser. Une photodiode permet de collecter et positionner le signal lumineux réfléchi. Par le biais d'un tel signal, on peut remonter aux variations de la position de la pointe et ainsi à une valeur de dimension critique.
- [0008] Pour les deux premières méthodes on prévoit de diriger un faisceau lumineux ou de particules sur une structure de métrologie spécifique comportant des motifs prédéterminés particuliers afin d'étalonner un équipement et/ou vérifier la fiabilité d'un procédé. Pour la troisième méthode, une structure de métrologie peut également être employée et se présenter sous forme d'un réseau de lignes sondé grâce à des pointes calibrées.
- [0009] Un autre paramètre communément appelé « overlay » (recouvrement) est évalué afin de vérifier le bon positionnement d'un niveau par rapport au(x) niveau(x) inférieur(s) d'un même empilement de couches minces.
- [0010] Un tel paramètre est défini précisément par le standard SEMI P18-92 comme une grandeur vectorielle égale à la différence entre un vecteur position : \vec{P}_1 d'une structure au niveau substrat et un vecteur position : \vec{P}_2 de la même structure au niveau d'une couche réalisée lors d'une étape courante typiquement de photolithographie.
- [0011] La mesure de ce paramètre peut être réalisée par une technique utilisant la diffraction, telle que décrite par exemple dans les documents US8670118B2 ou EP1601931B1.
- [0012] La détermination du recouvrement (overlay) peut être également réalisée à l'aide d'une technique d'imagerie utilisant des mesures effectuées sur une structure de métrologie dédiée et placée sur un circuit intégré en cours de réalisation.
- [0013] Un autre paramètre que l'on souhaite pouvoir détecter est le focus. Au cours d'un procédé de photolithographie, un système d'éclairage projette dans une couche de matériau photosensible une image d'un réticule au travers d'un objectif. Les caractéristiques de l'image projetée peuvent varier à travers l'épaisseur de la couche de matériau photosensible mais aussi, selon la topographie du support de la couche photosensible. Par conséquent, la position focale photo-lithographique est définie comme

une position par rapport à une hauteur référence qui est celle de la surface de la couche de matériau photosensible. Par exemple, pour une hauteur HT de matériau photosensible, le focus sera défini comme étant à une hauteur HTk compris dans l'intervalle [0;HT], pour laquelle l'image obtenue aura le meilleur contraste.

[0014] Pour déterminer le focus, il est connu d'utiliser sur un masque de photolithographie des mires en forme de peigne.

[0015] Il existe un besoin d'une structure de métrologie adaptée à plusieurs des techniques précitées.

[0016] Il existe également un besoin d'une structure de métrologie permettant d'effectuer une mesure ou de détecter, de préférence à temps de mesure constant et à partir d'un même équipement, plusieurs voire l'ensemble des paramètres précités.

[0017] Le document US2016/179017 présente une structure de métrologie d'imagerie munie d'une cible fournissant un signal bidimensionnel. La structure décrite permet de mesurer un seul paramètre métrologique : celui de recouvrement (overlay).

[0018] Il se pose le problème de trouver une nouvelle structure de métrologie qui soit compatible avec la mesure de plusieurs paramètres.

Exposé de l'invention

[0019] Selon un mode de réalisation, la présente invention concerne une structure de métrologie formée sur au moins un support et dotée de cibles élémentaires identiques, chaque cible élémentaire comprenant un premier motif et un deuxième motif superposés,

[0020] - le premier motif étant formé d'un premier ensemble de segments agencés dans un premier plan et répartis le long d'un contour polygonal, en particulier rectangulaire ou carré,

[0021] - le deuxième motif étant formé d'un deuxième ensemble de segments agencés dans un deuxième plan parallèle ou sensiblement parallèle au premier plan et distinct du premier plan, les segments du deuxième ensemble étant répartis de sorte qu'un premier segment du deuxième ensemble est orthogonal ou sensiblement orthogonal et joint en un point donné un deuxième segment du deuxième ensemble, de sorte à former une croix, lesdites cibles élémentaires étant réparties selon un agencement matriciel comportant parallèlement à une première direction, une ou plusieurs premières rangées de cibles élémentaires identiques et parallèlement à une deuxième direction orthogonale à la première direction, une ou plusieurs autres rangées de cibles élémentaires identiques.

[0022] Avec une telle structure et la présence d'une telle cible répétée on peut à la fois réaliser des mesures de dimension critique, d'overlay et de focus.

[0023] Au moins un segment donné parmi lesdits segments du premier motif et/ou du

deuxième motif peut comporter des dents de part et d'autre dudit segment donné, de sorte à former une structure de peigne.

- [0024] La structure de peigne peut être pourvue d'une ou plusieurs premières dents situées d'un premier côté dudit segment donné et d'une ou plusieurs deuxièmes dents situées d'un deuxième côté dudit segment donné opposé au premier côté.
- [0025] Selon une possibilité de mise en œuvre, au moins une première dent est prévue avec une largeur WT1 différente de la largeur WT2 d'une deuxième dent en regard de laquelle la première dent est agencée (WT1 et WT2 étant mesurées parallèlement à une direction donnée),
- [0026] et/ou
- [0027] - au moins une première dent est prévue avec une longueur LT1 différente d'une longueur LT2 d'une deuxième dent en regard de laquelle la première dent est agencée (LT1 et LT2 étant mesurées orthogonalement à la direction donnée),
- [0028] et/ou dans laquelle
- [0029] - des premières dents (adjacentes sont espacées deux à deux selon un premier espacement gT1 et des deuxièmes dents en regard des premières dents sont espacées deux à deux selon un deuxième espacement gT2, le premier espacement étant prévu différent du deuxième espacement.
- [0030] Des dimensions différentes des dents au niveau d'un réticule peuvent permettre d'obtenir des formes de structures différentes lorsque, après exposition par l'outil de photolithographie, la structure de métrologie est reportée au niveau d'une plaque (« wafer » selon la terminologie anglo-saxonne).
- [0031] Avantagement, au moins un autre segment orthogonal au segment donné forme un peigne muni de dents réparties de part et d'autre dudit autre segment.
- [0032] Selon une possibilité de mise en œuvre, le segment donné appartient au premier motif, le premier segment et/ou le deuxième segment dudit deuxième motif comportant également des dents de sorte à former une structure de peigne.
- [0033] Selon un mode de réalisation avantageux de la structure de métrologie, dans la première direction, le premier motif et le deuxième motif peuvent être répétés selon un même premier pas de répartition tandis que dans la deuxième direction, le premier motif et le deuxième motif sont répétés selon un même deuxième pas de répartition, ledit premier pas de répartition étant différent dudit deuxième pas de répartition. Un tel agencement permet de réaliser un détrompeur et permettre de distinguer une orientation selon la première direction d'une orientation selon la deuxième direction.
- [0034] Avantagement, dans la première direction, un deuxième motif d'une première cible élémentaire peut être relié à un deuxième motif d'une deuxième cible élémentaire tandis que dans la deuxième direction, ledit deuxième motif de ladite première cible élémentaire et un autre deuxième motif d'une troisième cible élémentaire sont

- disjoints. Là encore, un tel agencement peut permettre de réaliser un détrompeur
- [0035] Selon une possibilité de mise en œuvre, le deuxième motif de ladite première cible élémentaire et le premier motif de la deuxième cible élémentaire peuvent être espacés d'une première distance tandis que la deuxième direction, le deuxième motif de la première cible élémentaire et ledit autre deuxième motif de ladite troisième cible élémentaire sont espacés d'une deuxième distance différente de la première distance. Un tel agencement peut également permettre de réaliser un détrompeur.
- [0036] Un mode de réalisation avantageux prévoit que le premier ensemble de segments du premier motif est formé dans la première direction de segments espacés entre eux d'une distance donnée tandis que dans la deuxième direction le premier motif est formé de segments espacés d'une autre distance distincte de ladite distance donnée.
- [0037] En variante, le premier motif peut être prévu de sorte que le premier ensemble de segments est formé, dans la première direction, de segments espacés entre eux d'une distance donnée et dans la deuxième direction de segments continus.
- [0038] Selon une possibilité de mise en œuvre de la structure de métrologie, le premier segment et le deuxième segment ont des largeurs respectives différentes, et/ou dans lequel les segments du premier ensemble de segments ont une première largeur dans la première direction et une deuxième largeur dans la deuxième direction. Un tel agencement peut également permettre de réaliser un détrompeur.
- [0039] Selon une possibilité de mise en œuvre de la structure de métrologie, ledit premier ensemble de segments et le deuxième ensemble de segments peuvent être répartis de sorte qu'un axe orthogonal au support et passant par ledit point donné, passe également par un point central dudit contour polygonal.
- [0040] Le support peut être un substrat sur lequel un empilement de couches minces est formé, le premier motif étant réalisé dans une première couche mince dudit empilement, le deuxième motif étant réalisé dans une deuxième couche mince dudit empilement. La structure de métrologie peut être ainsi intégrée à un dispositif en cours de réalisation voire un dispositif destiné à servir d'étalon.
- [0041] Selon un autre aspect, la présente invention comprend un ensemble de masques de photolithographie formant une structure de métrologie telle que décrite précédemment.
- [0042] Selon un autre aspect, la présente invention concerne un procédé de fabrication d'un dispositif microélectronique ou d'un micro-système comprenant au moins une étape de mesure de dimension critique ou de recouvrement (overlay) ou une étape de détection de focus d'un appareil de photolithographie au moyen d'une structure de métrologie telle que définie plus haut.

Brève description des dessins

- [0043] La présente invention sera mieux comprise sur la base de la description qui va suivre

et des dessins en annexe sur lesquels :

- [0044] [Fig.1] sert à illustrer un premier exemple de structure de métrologie suivant la présente invention.
- [0045] [Fig.2] sert à illustrer un premier exemple de cible susceptible d'être intégrée dans une structure de métrologie ou de former une structure de métrologie suivant l'invention.
- [0046] [Fig.3] sert à illustrer une superposition de niveaux technologiques dans lesquelles des mires d'une structure de métrologie selon l'invention peuvent être réparties.
- [0047] [Fig.4A]
- [0048] [Fig.4B]
- [0049] [Fig.4C]
- [0050] [Fig.4D] servent à illustrer différents agencements de segments d'une cible élémentaire de structure de métrologie.
- [0051] [Fig.5]
- [0052] [Fig.6] servent à illustrer une première variante de cible élémentaire d'une structure de métrologie selon l'invention.
- [0053] [Fig.7] sert à illustrer une variante de cible élémentaire selon l'invention.
- [0054] [Fig.8] sert à illustrer un deuxième exemple de structure de métrologie selon l'invention.
- [0055] [Fig.9] sert à illustrer un troisième exemple de structure de métrologie selon l'invention.
- [0056] [Fig.10] sert à illustrer un quatrième exemple de structure de métrologie selon l'invention.
- [0057] [Fig.11] sert à illustrer un cinquième exemple de structure de métrologie selon l'invention.
- [0058] [Fig.12] sert à illustrer un sixième exemple de structure de métrologie selon l'invention.
- [0059] [Fig.13] sert à illustrer un sixième exemple de structure de métrologie selon l'invention.
- [0060] [Fig.14] sert à illustrer un septième exemple de structure de métrologie selon l'invention.
- [0061] [Fig.15] sert à illustrer un huitième exemple de structure de métrologie selon l'invention.
- [0062] [Fig.16] sert à illustrer une structure de métrologie selon l'invention lorsque soumise à un faisceau de rayonnement lumineux.
- [0063] [Fig.17] sert à illustrer un neuvième exemple de structure de métrologie selon l'invention.
- [0064] [Fig.18] sert à illustrer un dixième exemple de structure de métrologie selon

l'invention.

[0065] [Fig.19] sert à illustrer un onzième exemple de structure de métrologie selon l'invention.

[0066] [Fig.20] sert à illustrer un douzième exemple de structure de métrologie selon l'invention.

[0067] Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre.

[0068] Les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

[0069] En outre, dans la description ci-après, des termes qui dépendent de l'orientation de la structure tels que « supérieur », « inférieur », « centrale », « périphérique » s'appliquent en considérant que la structure est orientée de la façon illustrée sur les figures.

[0070] **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

[0071] On se réfère à présent aux figures 1, 2 illustrant (par le biais respectivement d'une vue de dessus et d'une vue en perspective) un premier exemple de structure de métrologie 10 suivant l'invention.

[0072] Cette structure 10 est susceptible d'être utilisée pour effectuer des mesures de dimension critique, et/ou de détection de défauts de recouvrement (overlay) et/ou pour la détermination du focus d'un équipement de photolithographie. De telles étapes de mesure ou de détection peuvent être utilisées lors de la fabrication d'un dispositif microélectronique ou microsystème réalisés en couches minces. De telles étapes peuvent être également mises en œuvre pour effectuer une calibration d'équipement.

[0073] De telles étapes de mesure ou de détection ou de détermination peuvent être réalisées par voie optique en projetant sur la structure 10 de métrologie un rayonnement lumineux émanant d'une source d'un équipement de mesure. Le rayonnement lumineux a une d'onde qui peut être situé entre le domaine UV et infra-rouge. Ainsi, la structure de métrologie 10 est notamment susceptible d'être utilisée pour pouvoir effectuer des mesures par scattérométrie basées sur l'analyse d'une lumière diffusée suite à l'émission d'un rayonnement lumineux sur cette structure 10.

[0074] Des mesures effectuées en projetant sur la structure 10 un faisceau de particules, par exemple d'électrons peuvent être également mises en œuvre, en particulier lorsqu'il s'agit de mesurer une dimension critique. Un tel type de structure 10 est également susceptible d'être utilisée afin d'effectuer des mesures de dimensions critique de type CD-SEM autrement dit en utilisant un microscope électronique à balayage (MEB).

[0075] Une structure de métrologie suivant l'invention est formée de plusieurs cibles élémentaires identiques susceptibles de former des mires optiques.

[0076] Dans l'exemple de réalisation illustré sur la [Fig.1], la structure 10 est pourvue d'un agencement matriciel de cibles élémentaires 12 identiques réparties sur plusieurs

rangées. Chaque cible élémentaire 12 est ici réalisée sur plusieurs niveaux, par exemple sur plusieurs niveaux de couches minces d'un dispositif de type microélectronique ou d'un microsystème en cours de réalisation. Typiquement, la cible élémentaire 12 est réalisée sur deux niveaux N_1 et N_2 superposés comme cela est illustré de manière schématique et à titre d'exemple sur l'empilement de la [Fig.3] reposant sur un substrat 2. Par dispositif « microélectronique », on entend ici un dispositif muni de composants électroniques à l'échelle micrométrique et/ou nanométrique et typiquement fabriqué à partir de matériaux semi-conducteurs. Par « microsystème » on entend un dispositif comportant des composants ou capteurs, par exemple optique(s) et/ou électro-mécanique(s), de taille micrométrique et/ou nanométrique. Il est également possible de prévoir une telle structure sur un dispositif étalon réalisé en couches minces sur un substrat, éventuellement dépourvu de composant ou de composant fonctionnel, mais servant de référence pour effectuer l'étalonnage d'un équipement, et en particulier un équipement de photolithographie.

- [0077] Chaque cible élémentaire 12 comporte un premier motif 14 formé d'un premier ensemble de segments 141, 142, 143, 144 réalisés dans un premier niveau N_1 du dispositif microélectronique. Les segments sont typiquement des portions allongées, par exemple de forme parallélépipédique ou sensiblement parallélépipédique d'un matériau donné qui peut être par exemple métallique ou semi-conducteur, voire un matériau photo-sensible tel qu'une résine photosensible ou un matériau susceptible d'être utilisé dans le cadre d'un procédé de photolithographie. Par exemple, ce premier niveau N_1 peut être : celui dans lequel des grilles de transistors sont prévues, ou bien, celui dans lequel des contacts de transistors sont formés, voire un niveau métallique d'interconnexion.
- [0078] Chaque cible élémentaire 12 comporte également un deuxième motif 16 formé d'un ensemble de segments 161, 162 réalisés dans un deuxième niveau N_2 du dispositif et situé par rapport au substrat 2 au-dessus du premier niveau N_1 . Le premier niveau N_1 et le deuxième niveau N_2 ne sont pas nécessairement des niveaux consécutifs d'un empilement de couches minces et ne correspondent pas nécessairement non plus au tout premier et au niveau suivant ce tout premier niveau d'un empilement de couches minces.
- [0079] Par exemple, ce deuxième niveau N_2 peut être celui dans lequel des contacts de transistors, en particulier lorsque le premier niveau N_1 est celui des grilles de transistors. En variante, le deuxième niveau N_2 peut être un niveau métallique d'interconnexion en particulier lorsque le premier niveau N_1 est celui des contacts ou bien un niveau métallique inférieur.
- [0080] Les segments 141, 142, 143, 144 réalisant le premier motif 14 sont agencés parallèlement ou sensiblement parallèlement à un premier plan (plan situé au niveau N_1 et

parallèle au plan $[O ; x ; y]$ du repère orthogonal $[O ; x ; y ; z]$ sur la [Fig.2]) et sont ici répartis le long des arêtes d'un polygone.

- [0081] Par « sensiblement parallèle » on entend ici et tout au long de la description qui réalisent entre eux un angle très faible et en particulier inférieur à 10° , de préférence inférieur à 6° .
- [0082] L'ensemble des segments 141, 142, 143, 144 présente une symétrie selon un premier axe $\Delta 1$ situé dans le premier plan et une symétrie selon un deuxième axe $\Delta 2$ également situé dans le premier plan, le deuxième axe $\Delta 2$ étant orthogonal au premier axe $\Delta 1$.
- [0083] Dans cet exemple de réalisation particulier, les segments 141, 142, 143, 144 forment un contour fermé de forme rectangulaire. Une telle forme rectangulaire présente, par rapport à une forme carrée, pour avantage de pouvoir servir plus aisément de repère d'orientation et de permettre de distinguer par exemple une orientation selon une direction horizontale d'une orientation selon une direction verticale.
- [0084] Les segments 141, 143 qui s'étendent dans une première direction parallèlement au premier axe $\Delta 1$ peuvent être prévus avec une largeur WS1 (dimension mesurée parallèlement au plan $[O ; x ; y]$ et en particulier à l'axe y du repère orthogonal $[O ; x ; y ; z]$) comprise par exemple entre 10 nanomètres et $2 \mu\text{m}$. La largeur WS1 sera adaptée par l'homme du métier en fonction de la dimension minimale du nœud technologique pour la valeur minimale, et de la taille d'un faisceau de l'outil de scattérométrie divisée sensiblement par 20 pour la taille maximale. Les segments 142, 144 qui s'étendent dans une deuxième direction, orthogonalement à la première direction et parallèlement au deuxième axe $\Delta 2$ peuvent être prévus avec une largeur WS2 (dimension mesurée parallèlement au plan à l'axe y) qui peut être prévue différente de la largeur WS1 celle des segments 141, 143. La largeur WS2 est comprise par exemple entre 10 nm et $2 \mu\text{m}$. La largeur WS2 sera adaptée par l'homme du métier en fonction de la dimension minimale du nœud technologique pour la valeur minimale, et de la taille d'un faisceau de l'outil de scattérométrie divisée sensiblement par 20 pour la taille maximale.
- [0085] Lorsque le premier motif est prévu avec une largeur WS1 différente de la largeur WS2 il peut servir de détrompeur ou de repère d'orientation. C'est le cas par exemple sur la variante de réalisation illustrée sur la [Fig.17], où WS2 et WS1 sont prévus de sorte que $WS2 > WS1$.
- [0086] Les segments 161, 162 du deuxième motif 16 sont quant à eux agencés parallèlement ou sensiblement parallèlement à un deuxième plan (plan situé au niveau N_2 et parallèle au plan $[O ; x ; y]$ du repère orthogonal $[O ; x ; y ; z]$ sur la [Fig.2]), avec au moins un premier segment 161 du deuxième ensemble orthogonal à un deuxième segment 162 du deuxième ensemble de segments. Le deuxième motif 16 présente également avantageusement une symétrie selon deux axes orthogonaux.

- [0087] Un segment 161 du deuxième motif qui s'étend dans une première direction peut être prévu avec une largeur WS3 (dimension mesurée parallèlement à l'axe y du repère orthogonal [O ;x ;y ;z]) comprise par exemple entre 10 nanomètres et 2 μm . La largeur WS3 sera adaptée par l'homme du métier en fonction de la dimension minimale du nœud technologique pour la valeur minimale, et de la taille d'un faisceau de l'outil de scattérométrie divisée sensiblement par 20 pour la taille maximale.
- [0088] Un segment 162 du deuxième motif 16 qui s'étend dans une deuxième direction orthogonale à la première direction peut être prévu avec une largeur WS4 éventuellement différente de celle (WS3) du segment 161 et comprise par exemple entre 10 nanomètres et 2 μm . La largeur WS4 sera adaptée par l'homme du métier en fonction de la dimension minimale du nœud technologique pour la valeur minimale, et de la taille d'un faisceau de l'outil de scattérométrie divisée sensiblement par 20 pour la taille maximale.
- [0089] Lorsque le deuxième motif est prévu avec une largeur WS4 différente de la largeur WS3 il peut servir de détrompeur ou de repère d'orientation. C'est le cas par exemple pour la variante de réalisation particulière illustrée sur la [Fig.18] et où l'on prévoit WS4 > WS3.
- [0090] Sur la [Fig.2], les segments 161, 162 du deuxième motif 16 se joignent en un point qui correspond au barycentre G2 du premier motif et forment ici une croix dont les branches sont orthogonales ou sensiblement orthogonales. Par « sensiblement orthogonales » on entend ici et tout au long de la description qui réalisent entre eux un angle de 90° ou très proche de 90° et en particulier entre 85° et 95°.
- [0091] Le premier ensemble de segments 141, 142, 143, 144 formant le premier motif 14 et le deuxième ensemble de segments 161, 162 formant le deuxième motif 16 sont avantageusement répartis de sorte qu'un axe A'A orthogonal ou sensiblement orthogonal au substrat 2 et passant par le point G2, passe par un point central intérieur au contour du premier motif. Lorsque les niveaux sont parfaitement superposés avec un recouvrement (overlay) nul, le point central G1 correspond au barycentre du premier motif 14. Il est parfois souhaité que deux niveaux soient décalés d'une valeur connue. Dans ce cas, si cette valeur est bien respectée et constante, le paramètre d'overlay est également nul mais les barycentres ne sont pas alignés.
- [0092] En ce qui concerne l'agencement matriciel et le pas ou période de répartition de cibles élémentaires 12, on peut prévoir à titre d'exemple dans une première direction, par exemple horizontale, un pas V-P1 de répétition du premier motif 14 compris par exemple entre 20 nm et 2 μm , et un pas V-P2 de répétition du deuxième motif 16 compris par exemple entre 20 nm et 2 μm . Le pas V-P1 de répétition du premier motif 14 et le pas V-P2 de répétition du deuxième motif 16 sont de préférence prévus égaux.
- [0093] On peut également prévoir à titre d'exemple dans une deuxième direction or-

thogonale à la première direction, par exemple verticale, un pas H-P1 de répétition du premier motif 14 compris par exemple entre 20 nm et 2 μ m, et un pas H-P2 de répétition du deuxième motif 16 compris par exemple entre 20 nm et 2 μ m du deuxième motif. Le pas H-P1 de répétition du premier motif 14 et le pas H-P2 de répétition du deuxième motif 16 sont également de préférence prévus égaux.

[0094] Avantageusement, et comme illustré sur la [Fig.1], on peut prévoir le pas H-P1 de répétition du premier motif 14 et le pas H-P2 de répétition du deuxième motif 16 dans la première direction, distincts du pas V-P1 de répétition du premier motif 14 et du pas V-P2 de répétition du deuxième motif 16 dans la deuxième direction orthogonale. Là encore, un tel agencement permet de distinguer à partir de la structure une direction horizontale d'une direction verticale.

[0095] Dans l'exemple particulier de réalisation de la [Fig.1], chaque motif du deuxième niveau N_2 d'une cible élémentaire 12 peut être relié à un motif du deuxième niveau N_2 d'une cible adjacente. De même, chaque motif du deuxième niveau N_2 d'une cible élémentaire 12 est relié à un motif du deuxième niveau N_2 d'une cible adjacente. La structure 10 de métrologie peut être ainsi prévue avec un agencement tel que l'ensemble des segments des cibles élémentaires du premier niveau N_1 forme un premier maillage rectangulaire continu, tandis que l'ensemble des segments des cibles élémentaires du deuxième niveau N_2 forme un deuxième maillage rectangulaire continu au-dessus du premier maillage et décalé par rapport au premier maillage par rapport à un axe normal au substrat 2 comme axe de référence.

[0096] Sur les figures 1 et 2, une allure schématique de cible élémentaire et de segments formant chaque cible élémentaire est donnée. Pour permettre des mesures supplémentaires, des dents sont avantageusement prévues de part et d'autre d'au moins un segment donné du premier motif et/ou du deuxième motif, en particulier au niveau de masques de photolithographie respectifs sur lesquels ce premier motif et ce deuxième motif sont susceptibles d'être agencés.

[0097] Ainsi, dans l'exemple illustré sur la [Fig.4A], le segment 161 du deuxième motif 16 est pourvu latéralement de dents 163, 165 réalisant une structure de peigne. La structure de peigne illustrée est munie de premières dents 163 situées d'un premier côté du segment 161 et de deuxièmes dents 165 situées d'un deuxième côté du segment 161 opposé au premier côté, chaque première dent 163 pouvant être, dans cet exemple de réalisation, agencée en regard d'une deuxième dent 165. Les dents sont typiquement des blocs du même matériau que celui des segments. La largeur WT des dents (dimension mesurée parallèlement à celle dans laquelle le segment s'étend et qui dans l'exemple de la [Fig.4A] est parallèle à l'axe x du repère orthogonal [O ;x ;y ;z]) peut différer d'une dent à l'autre. De même, la longueur LT des dents (dimension mesurée orthogonalement à celle dans laquelle le segment s'étend et qui dans l'exemple de la

[Fig.4A] est parallèle à l'axe y) peut différer d'une dent à l'autre. On peut également prévoir un espacement gT mesuré entre deux dents adjacentes situées d'un même côté (dimension mesurée parallèlement à celle dans laquelle le segment s'étend et qui, dans l'exemple de la [Fig.4A], est parallèle à l'axe x) qui diffère entre paires des dents adjacentes.

- [0098] En particulier, la largeur WT1 d'une dent 163 située du premier côté du segment 163 peut être éventuellement prévue différente de celle d'une dent 165 située du deuxième côté de le segment 163. Par exemple, les largeurs WT1 et WT2 de dent peuvent être comprises entre 10 nm et 200 nm.
- [0099] De même, la longueur la longueur LT1 d'une dent 163 située du premier côté du segment 163 peut être éventuellement prévue différente de celle d'une dent 165 située du deuxième côté du segment 163. Par exemple, les longueurs LT1 et LT2 de dent peuvent être comprises entre 10 nm et 200 nm.
- [0100] On peut également prévoir un espacement gT1 mesuré entre deux dents adjacentes situées du premier côté différent de celui gT2 mesuré entre deux dents adjacentes situées du deuxième côté. Par exemple, les espacements gT1 et gT2 entre dents adjacentes peuvent être comprises entre 10 nm et 200 nm.
- [0101] Le fait d'avoir des largeurs WT1, et WT2 et/ou des longueurs LT1 LT2 distinctes et/ou des espacements gT1, gT2 distincts entre les 2 côtés du segment 161, peut permettre de mesurer des pentes différentes sur chacun des côtés du segment 161 et donc d'améliorer la sensibilité aux variations de focus.
- [0102] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.4B], le segment 162 du deuxième motif 16 orthogonal ou sensiblement orthogonal au segment 161 est également pourvu de dents.
- [0103] La structure de peigne comporte là encore des dents 164, 166 situées de part et d'autre du segment 162. Là encore, les largeurs LT3, LT4, espacements gT3, gT4, WT3, WT4 peuvent être modulées et éventuellement prévus différents d'un côté à l'autre du segment 162.
- [0104] La présence possible de dents n'est pas limitée au deuxième motif. Ainsi, dans l'exemple illustré sur la [Fig.4C], au moins un segment 141 du premier motif 14 et qui s'étend ici parallèlement à une première direction, par exemple horizontale, est muni de dents 143, 145 réparties sur des côtés opposés du segment 141.
- [0105] Les dents 143 situées d'un côté du segment 141 ont des dimensions respectives (longueur LT5, largeur WT5, espacement entre dents adjacentes gT5) qui peuvent également différer de celles (longueur LT6, largeur WT6, espacement entre dents adjacentes gT6) de dents 15 situées du côté opposé.
- [0106] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.4D], au moins un segment 142 du premier motif 14 et qui s'étend ici parallèlement à une deuxième direction, par exemple verticale est munie de dents 144, 146 réparties de chaque côté du segment 142, avec des dimensions

WT7, WT8, LT7, LT8, gT7, gT8 qui peuvent différer d'un côté à l'autre du segment 142.

- [0107] Les dimensions des dents LT, WT et espacements gT entre dents sont typiquement choisis inférieurs aux limites de résolutions d'un outil de photolithographie qui sert à exposer la structure sur un substrat. L'outil destiné à effectuer la détection du focus ne mesurera pas un peigne directement mais plutôt une forme résultante d'un manque de résolution typiquement un trapézoïde plus ou moins rugueux.
- [0108] Ainsi, dans l'exemple particulier de la [Fig.4A], de même que sur les figures 4B-4C on illustre davantage des motifs en forme de peigne tels que réalisés sur masque de photolithographie que ceux de la structure de métrologie lorsqu'elle reproduite dans un empilement de couches minces.
- [0109] Avec la structure 10 de métrologie, on peut effectuer une mesure de dimension critique de segments 141, 143, 161 horizontaux (i.e. qui s'étendent parallèlement à la première direction) et verticaux 142, 144, 162 (i.e. qui s'étendent parallèlement à la deuxième direction) des niveaux N1 et N2 par exemple par CD-SEM. Si l'on utilise une technique de scattérométrie, une déduction de la dimension critique des segments horizontaux 141, 143, 161 et verticaux 142, 144, 162 des niveaux N1 et N2 peut être réalisée en effectuant à la fois une mesure optique et une modélisation des motifs. Pour réaliser une mesure de recouvrement (overlay), une technique de balayage avec un faisceau d'électrons peut être par exemple utilisée ou par exemple une technique de scattérométrie peut être employée en effectuant une recherche de barycentres de modèles du premier motif du niveau N₁ et du deuxième motif du niveau N₂.
- [0110] Une mesure d'angle entre des bords latéraux des motifs par rapport à une normale au plan principal du substrat peut (angle par rapport à l'axe z du repère orthogonal [O ;x ;y ;z] donné sur les figures 4A-4D), comme cela est décrit par exemple dans le document US10831107B2, donne quant à elle des indications de valeurs de focus ou à défaut des indications de stabilité du focus.
- [0111] Une structure de métrologie suivant l'invention n'est pas nécessairement limitée au premier motif 14 et/ou au deuxième motif 16 décrits précédemment.
- [0112] Ainsi, dans une variante de cible 12' élémentaire illustrée sur les figures 5 et 6 (donnant respectivement d'une vue de dessus et une vue en perspective), un autre motif 16' en forme de croix est prévu dans un niveau supérieur N₂, tandis que dans un niveau inférieur N₁, un motif 14' formé cette fois d'un ensemble de segments 141a, 141b, 142a, 142b, 143a, 143b, 144a, 144b et réalisant un cadre discontinu d'allure rectangulaire est prévu. Ce cadre est ici réalisé avec des paires 141a-141b, 142a-142b, 143a-143b, 144a-144b de segments orthogonaux ou sensiblement orthogonaux en forme de L.
- [0113] Une structure 10' de métrologie illustrée sur la [Fig.7] prévoit ainsi un agencement

matriciel avec une ou plusieurs rangées d'une telle variante de cible 12' élémentaire. Avec une telle structure on peut également exploiter des mesures de distance D_{21} entre deux motifs 16' adjacents et disjoints du deuxième niveau et situés dans une même première direction (correspondant dans l'exemple illustré à une direction horizontale de l'agencement matriciel), de distance D_{22} entre deux motifs 16' adjacents et disjoints du deuxième niveau et situés dans une même deuxième direction orthogonale à la première direction (la deuxième direction correspondant dans l'exemple illustré à une direction verticale de l'agencement matriciel). On peut également exploiter des mesures de distance D_{12} , D_{11} entre deux portions adjacentes en forme de 'L' du premier motif 14'. Les distances D_{11} , D_{12} , D_{21} , D_{22} peuvent être comprises typiquement entre 1 nm et 1 μ m. De telles mesures peuvent servir pour la modélisation physique des signaux.

- [0114] Les distances D_{21} et D_{22} peuvent être prévues différentes. Ainsi, dans l'exemple de réalisation particulier illustré sur la [Fig.20], dans une première direction, ici horizontale, un motif 16'' d'une première cible élémentaire 12a et un motif 16'' d'une deuxième cible élémentaire 12b adjacente (autrement dit voisine) de la première cible 12a sont espacés d'une première distance D_{21} et dans lequel dans une deuxième direction, ici verticale, le motif 16'' de la première cible élémentaire 12a et un motif d'une troisième cible élémentaire 12c adjacente ou voisine de la première cible 12a sont espacés d'une deuxième distance D_{22} différente et en particulier supérieure à la première distance D_{21} .
- [0115] A l'aide de ces distances différentes D_{21}, D_{22} , on peut permettre à un équipement et/ou visuellement de distinguer une orientation verticale d'une orientation horizontale même lorsque le motif a une allure carrée.
- [0116] Les distances D_{11} et D_{12} illustrées sur la [Fig.7] peuvent être également prévues différentes.
- [0117] Ainsi, dans l'exemple de réalisation particulier illustré sur la [Fig.19], l'ensemble de segments formant un motif 1400' comporte, dans une première direction, ici horizontale, des segments 141a et 141b espacés entre eux d'une distance donnée D_{11} et dans la deuxième direction des segments 141a, 141b espacés entre eux d'une autre distance D_{12} distincte de ladite distance donnée.
- [0118] Là encore, un tel agencement permet de faire une distinction entre une orientation selon la première direction et une orientation selon la deuxième direction, et ce, même lorsque le motif a une allure d'un contour de forme carrée.
- [0119] Une autre variante de structure 10'' de métrologie illustrée sur la [Fig.8], diffère de celle décrite précédemment en lien avec la [Fig.7], notamment en ce que chaque motif 16'' du deuxième niveau N_2 de la cible élémentaire 12'' est relié à un autre motif 16'' du deuxième niveau N_2 d'une cible élémentaire 12'' adjacente et agencée sur une

même rangée horizontale de cibles élémentaires 12''.

- [0120] Pour cette variante, le motif 1400 du premier niveau N_1 de la cible élémentaire réalise un contour de forme rectangulaire discontinu cette fois formé par deux portions 1401, 1402 en 'U' symétriques et en regard l'une de l'autre.
- [0121] Ainsi, dans l'ensemble de segments du motif 1400 des segments 144a, 144b sont disjoints et espacés entre eux d'une distance donnée et dans une deuxième direction, le motif 1400 est formé de segments 141, 143 continus. Là encore, le motif 1400 permet de former un détrompeur dans le plan xy.
- [0122] Une autre variante de structure 1000 de métrologie est illustrée sur la [Fig.9]. La cible 1200 élémentaire diffère cette fois de la précédente en ce que le motif 1400' du premier niveau N_1 , réalise un contour discontinu de forme carrée.
- [0123] Une autre variante structure 1000' de métrologie illustrée sur la [Fig.10], diffère de celle décrite en lien avec la [Fig.7], en ce que les motifs 16 du deuxième niveau N_2 sont reliés entre eux.
- [0124] Une autre variante structure 1000'' de métrologie est donnée sur la [Fig.11]. La cible diffère de celle décrite de celle décrite en lien avec la [Fig.7] de par le motif 14 du premier niveau qui suit ici un contour rectangulaire fermé comme dans l'agencement de la [Fig.1].
- [0125] Dans l'exemple de structure 10w de métrologie illustrée sur la [Fig.12], chaque cible élémentaire 12w est formée d'un motif 1400' dans le premier niveau N_1 réalisant un contour discontinu de forme carrée et d'un motif 1600' du deuxième niveau N_2 en forme de croix.
- [0126] Un autre exemple de structure 10x de métrologie est illustré sur la [Fig.13], dans lequel chaque cible élémentaire 12x est formée d'un motif dans le premier niveau N_1 réalisant un contour discontinu de forme carrée et d'un motif du deuxième niveau N_2 en forme de croix.
- [0127] Dans l'exemple de structure 10y de métrologie illustrée sur la [Fig.14], chaque cible élémentaire 12y est formée d'un motif 1400'' dans le premier niveau N_1 d'allure d'un carré discontinu et d'un motif du deuxième niveau N_2 en forme de croix.
- [0128] Dans l'exemple de structure 10z de métrologie illustrée sur la [Fig.15], les motifs du deuxième niveau N_2 sont distincts et ne sont ainsi pas reliés entre eux.
- [0129] Dans l'un ou l'autre des exemples décrits précédemment, les motifs réalisant un contour continu ou discontinu et rectangulaire ou carré, sont situés dans un niveau inférieur à celui dans lequel le motif en forme de croix est situé. Un agencement inverse est toutefois possible, avec le motif en forme de croix dans le niveau N_1 inférieur et le motif réalisant le contour dans le niveau N_2 supérieur.
- [0130] En variante de l'un ou l'autre des exemples décrits précédemment et en particulier de ceux illustrés sur les figures 12 à 15 avec un motif en forme de contour carré, il est

possible de prévoir un agencement avec des segments de largeurs différentes en fonction de leur orientation afin d'obtenir un détrompeur.

- [0131] Ainsi, dans l'exemple de réalisation illustré sur la [Fig.17], des segments parallèles à une première direction sont prévus avec une largeur WS1, tandis que des segments parallèles à une deuxième direction ont une deuxième largeur WS2 différente et en particulier supérieure à la première largeur WS1.
- [0132] Dans un autre exemple de réalisation illustré sur la [Fig.18], des segments parallèles à une première direction sont prévus avec une largeur WS3, tandis que des segments parallèles à une deuxième direction ont une largeur WS4 différente et en particulier supérieure à la première largeur WS3.
- [0133] La [Fig.16] illustre de manière schématique une structure de métrologie 10' telle que décrite précédemment illuminée par un faisceau de rayonnement lumineux, par exemple IR ou UV d'un équipement de mesure ou de test pour pouvoir effectuer une mesure ou une détection telle qu'évoquée précédemment de dimension critique et/ou recouvrement (overlay) et/ou focus. Pour la scattérométrie, on prévoit le pas de répétition et la dimension des cibles élémentaires 12' pour pouvoir intégrer un nombre N suffisant de cibles dans la surface projetée du faisceau, par exemple d'au moins 10 et de préférence 20. Plus il y a de cibles dans la surface projetée du faisceau, meilleur sera le signal et on obtiendra une plus grande qualité de diffraction du faisceau lumineux.
- [0134] Des motifs de cible élémentaire de structure de métrologie telle que décrite précédemment sont typiquement également réalisés sur des réticules de masque de photolithographie. Ainsi, un jeu de masques de photolithographie, avec un premier masque de photolithographie reprenant le premier motif 14 de cible 12 élémentaire et un deuxième masque de photolithographie reprenant le deuxième motif 16 de cible élémentaire 12 sont typiquement formés avant de réaliser la structure de métrologie dans un empilement de couches destinées à former un circuit intégré, avec un motif réalisé à un niveau N1 et deuxième motif à un niveau N1+k supérieur.

Revendications

- [Revendication 1] Structure (10, 10', 10'', 1000, 1000', 1000'') de métrologie formée sur au moins un support (2) et dotée de cibles (12, 12', 12'', 12w, 12x, 12y) élémentaires identiques, lesdites cibles élémentaires étant réparties selon un agencement matriciel comportant parallèlement à une première direction, une ou plusieurs premières rangées de cibles élémentaires identiques et, parallèlement à une deuxième direction orthogonale à la première direction, une ou plusieurs autres rangées de cibles élémentaires identiques, chaque cible élémentaire comprenant un premier motif (14, 14', 1400, 1400') et un deuxième motif (16, 16', 16'') superposés,
- le premier motif étant formé d'un premier ensemble de segments (141, 142, 143, 144, 141a, 141b, 142a, 142b, 143a, 143b, 144a, 144b) agencés dans un premier plan et répartis le long d'un contour polygonal, en particulier rectangulaire ou carré,
 - le deuxième motif étant formé d'un deuxième ensemble de segments (161, 162) agencés dans un deuxième plan parallèle ou sensiblement parallèle au premier plan et distinct du premier plan, les segments (161, 162) du deuxième ensemble étant répartis de sorte qu'un premier segment (161) du deuxième ensemble est orthogonal ou sensiblement orthogonal et joint en un point donné (G2) un deuxième segment (162) du deuxième ensemble, de sorte à former une croix, au moins un segment donné parmi lesdits segments (141, 142, 143, 144) du premier motif et/ou du deuxième motif (161, 162) comportant des dents (163, 165, 164, 166, 143, 145, 144, 146) de part et d'autre dudit segment donné, de sorte à former une structure de peigne, dans laquelle au moins une première dent (163) est prévue avec une largeur (WT1) mesurée parallèlement à la direction donnée différente de la largeur (WT2) d'une deuxième dent en regard de laquelle la première dent est agencée,
et/ou dans laquelle
 - au moins une première dent (163) est prévue avec une longueur (LT1) mesurée orthogonalement à la direction donnée différente d'une longueur (LT2) d'une deuxième dent (165) en regard de laquelle la première dent est agencée,
et/ou dans laquelle
 - des premières dents (163) adjacentes sont espacées deux à deux selon

un premier espacement ($gT1$) et des deuxièmes dents en regard des premières dents sont espacées deux à deux selon un deuxième espacement ($gT2$), le premier espacement étant prévu différent du deuxième espacement.

- [Revendication 2] Structure de métrologie selon la revendication 1, dans laquelle la structure de peigne est pourvue d'une ou plusieurs premières dents (163, 164, 143, 144) situées d'un premier côté dudit segment donné et d'une ou plusieurs deuxièmes dents (165, 166, 145, 146) situées d'un deuxième côté dudit segment donné opposé au premier côté.
- [Revendication 3] Structure de métrologie selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle ledit au moins un autre segment (162) orthogonal au segment donné (161) forme un peigne muni de dents (164, 166) réparties de part et d'autre dudit autre segment (162).
- [Revendication 4] Structure de métrologie selon l'une revendication 1 à 3, dans laquelle ledit segment donné appartient au premier motif, le premier segment et/ou le deuxième segment dudit deuxième motif comportant également des dents de sorte à former une structure de peigne.
- [Revendication 5] Structure de métrologie selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle dans la première direction, le premier motif (14) et le deuxième motif (16) sont répétés selon un même premier pas (V-P1, V-P2) de répartition et dans laquelle, dans la deuxième direction, le premier motif (14) et le deuxième motif (16) sont répétés selon un même deuxième pas (H-P1, H-P2) de répartition, ledit premier pas (V-P1, V-P2) de répartition étant différent dudit deuxième pas (H-P1, H-P2) de répartition.
- [Revendication 6] Structure de métrologie selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle dans la première direction, un deuxième motif (16', 16'') d'une première cible élémentaire (12', 12'') est relié à un deuxième motif (16', 16'') d'une deuxième cible élémentaire (12', 12'') et dans laquelle dans ladite deuxième direction, ledit deuxième motif (16', 16'') de ladite première cible élémentaire (12', 12'') et un autre deuxième motif d'une troisième cible élémentaire (12' 12'') sont disjoints.
- [Revendication 7] Structure de métrologie selon la revendication 6, dans laquelle le deuxième motif (16', 16'') de ladite première cible élémentaire et le deuxième motif (16', 16'') de la deuxième cible élémentaire sont espacés d'une première distance (D_{21}) et dans lequel dans la deuxième direction, le deuxième motif (16'') de la première cible élémentaire (12'') et ledit autre deuxième motif (16b) de ladite troisième cible élémentaire (12b) sont espacés d'une deuxième distance différente de la

- première distance (D_{22}).
- [Revendication 8] Structure de métrologie selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle ledit premier ensemble de segments dudit premier motif (1400') est formé, dans la première direction, de segments (141a, 141b) espacés entre eux d'une distance donnée (D_{11}) et, dans la deuxième direction, de segments (144a, 144b) espacés d'une autre distance (D_{12}) distincte de ladite distance donnée.
- [Revendication 9] Structure de métrologie selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle ledit premier ensemble de segments (141, 142, 143, 144) dudit premier motif est formé, dans la première direction, de segments (144a, 144b) espacés entre eux d'une distance donnée et dans la deuxième direction de segments continus.
- [Revendication 10] Structure de métrologie selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle le premier segment (161) et le deuxième segment (162) ont des largeurs respectives (WS3, WS4) différentes, et/ou dans lequel des segments du premier ensemble de segments (141, 142, 143, 144) parallèles à la première direction ont une première largeur (WS1) et des segments du premier ensemble de segments parallèles à la deuxième direction ont une deuxième largeur (WS2) différente de la première largeur.
- [Revendication 11] Structure de métrologie selon l'une des revendications 1 à 10, ledit premier ensemble de segments et le deuxième ensemble de segments étant répartis de sorte qu'un axe ($A'A$) orthogonal au support (2) et passant par ledit point donné (G2), passe également par un point central (G1) dudit contour polygonal.
- [Revendication 12] Structure de métrologie selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle ledit support est un substrat sur lequel un empilement de couches minces est formé, le premier motif étant réalisé dans une première couche mince dudit empilement, le deuxième motif étant réalisé dans une deuxième couche mince dudit empilement, la première couche mince et la deuxième couche mince étant situées à des niveaux distincts d'une superposition de niveaux dudit empilement.
- [Revendication 13] Ensemble de masques de photolithographie formant une structure de métrologie selon l'une des revendications 1 à 12.
- [Revendication 14] Procédé de fabrication d'un dispositif microélectronique ou d'un microsystème comprenant au moins une étape de mesure de dimension critique ou de recouvrement (overlay) ou une étape de détection du focus d'un appareil de photolithographie au moyen d'une structure de

métrologie selon l'une des revendications 1 à 13.

[Fig. 1]

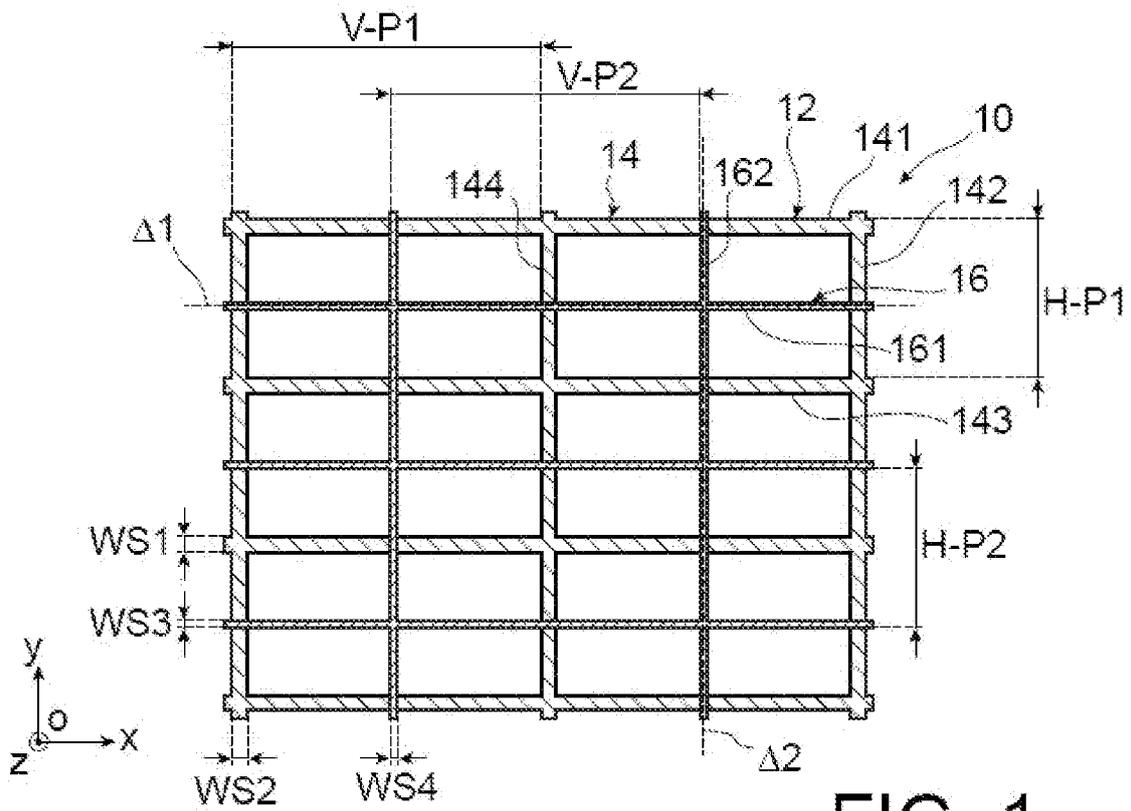


FIG. 1

[Fig. 2]

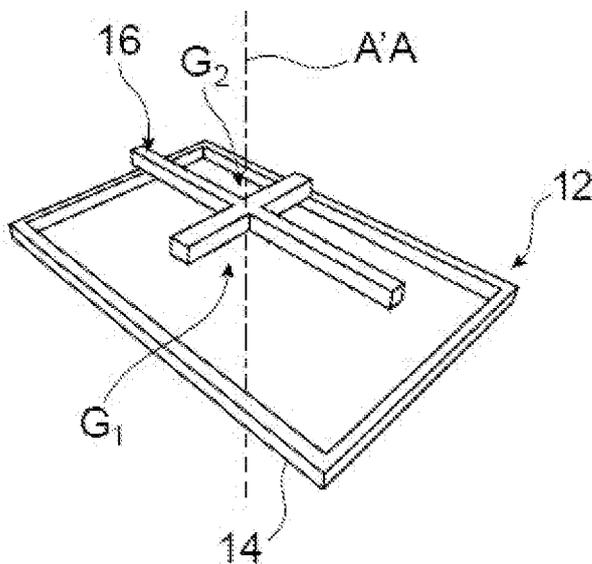
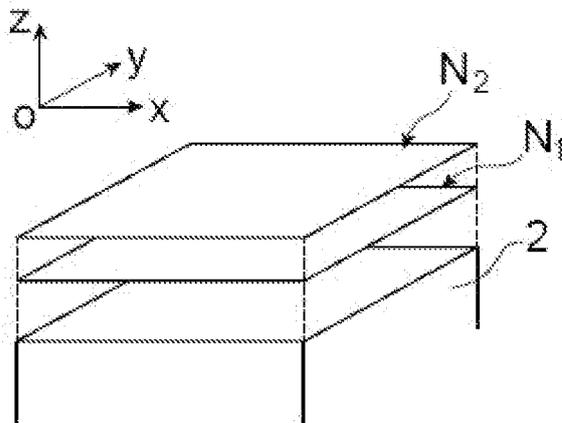
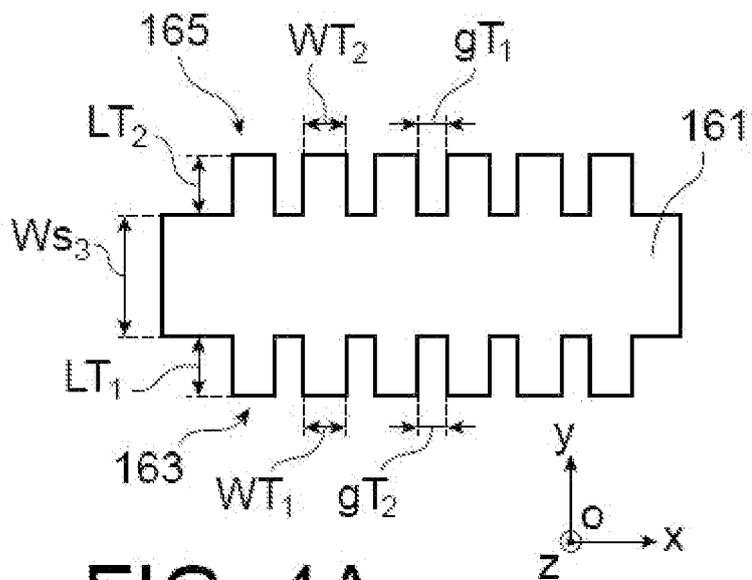


FIG. 2

[Fig. 3]

**FIG. 3**

[Fig. 4A]

**FIG. 4A**

[Fig. 4B]

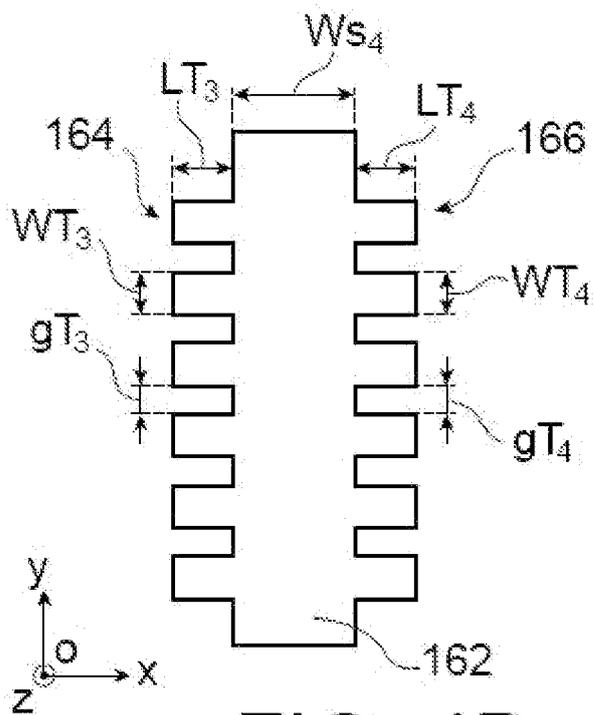


FIG. 4B

[Fig. 4C]

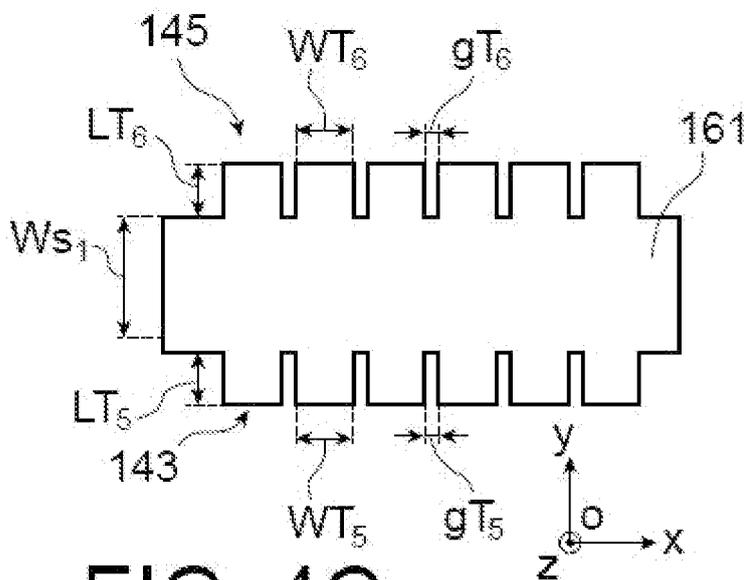


FIG. 4C

[Fig. 4D]

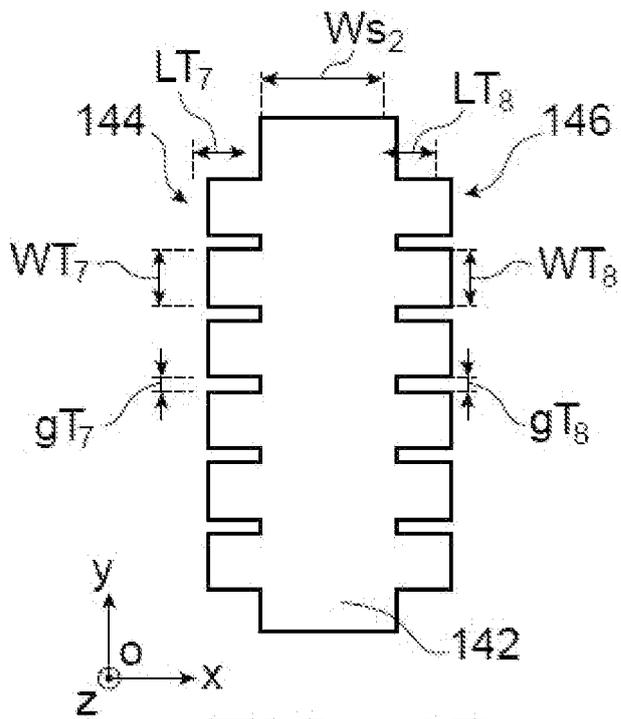


FIG. 4D

[Fig. 5]

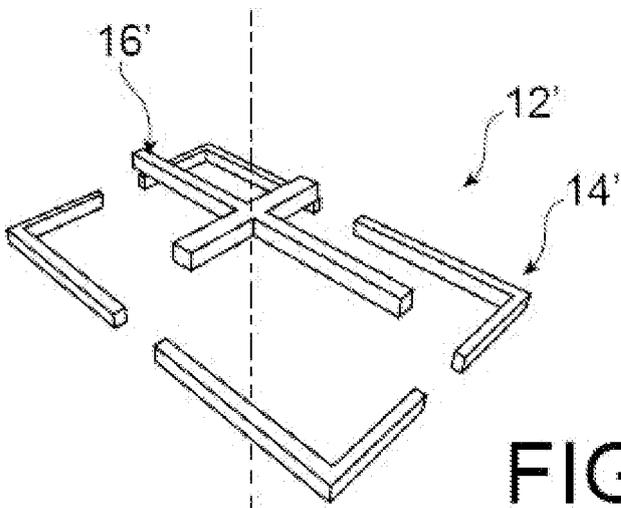


FIG. 5

[Fig. 6]

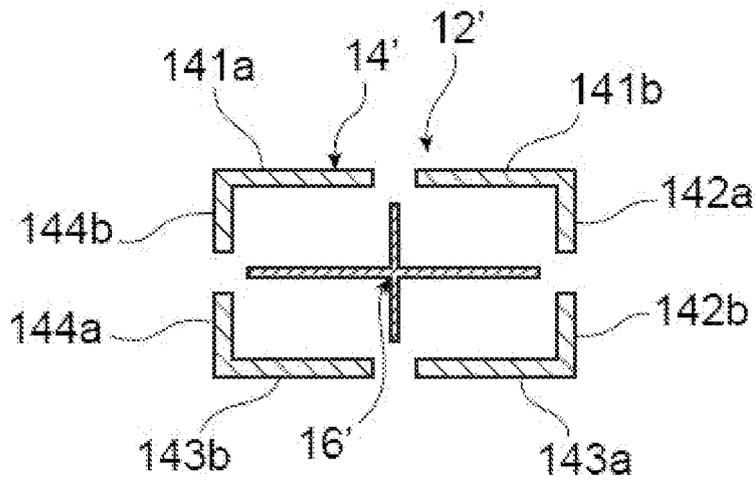


FIG. 6

[Fig. 7]

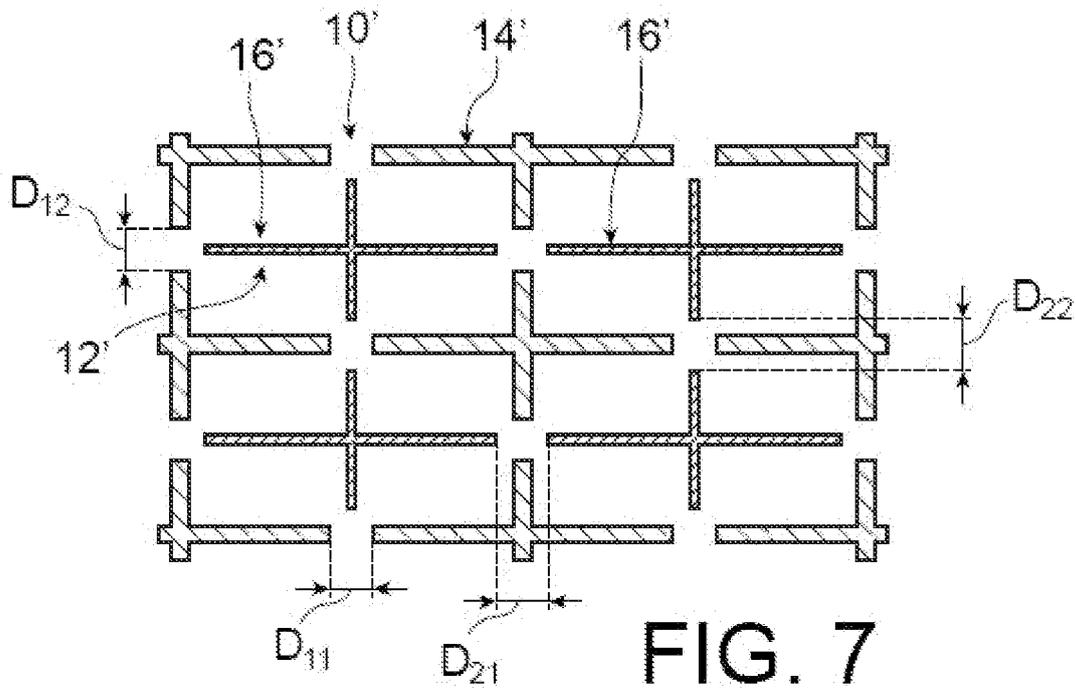


FIG. 7

[Fig. 8]

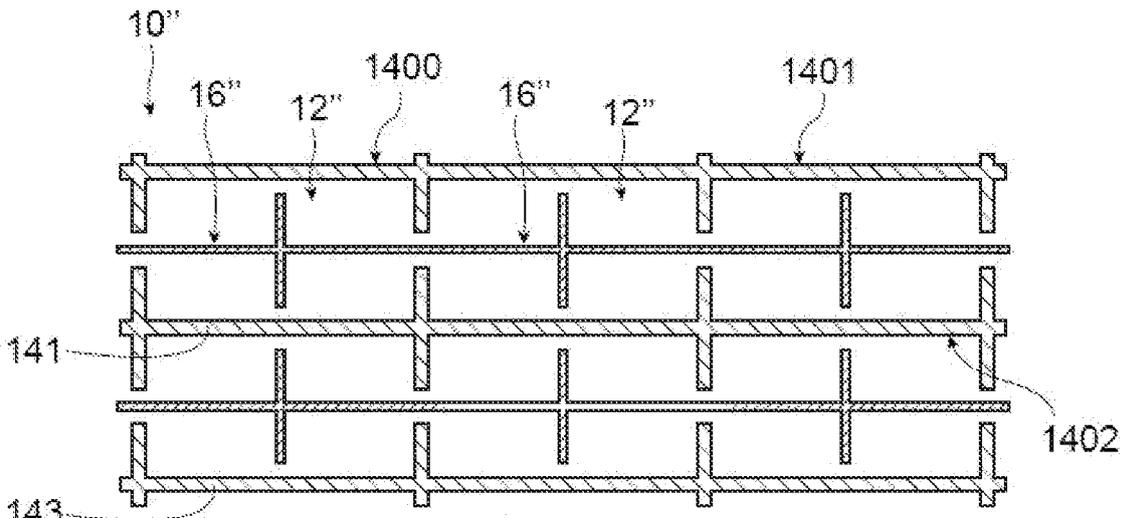


FIG. 8

[Fig. 9]

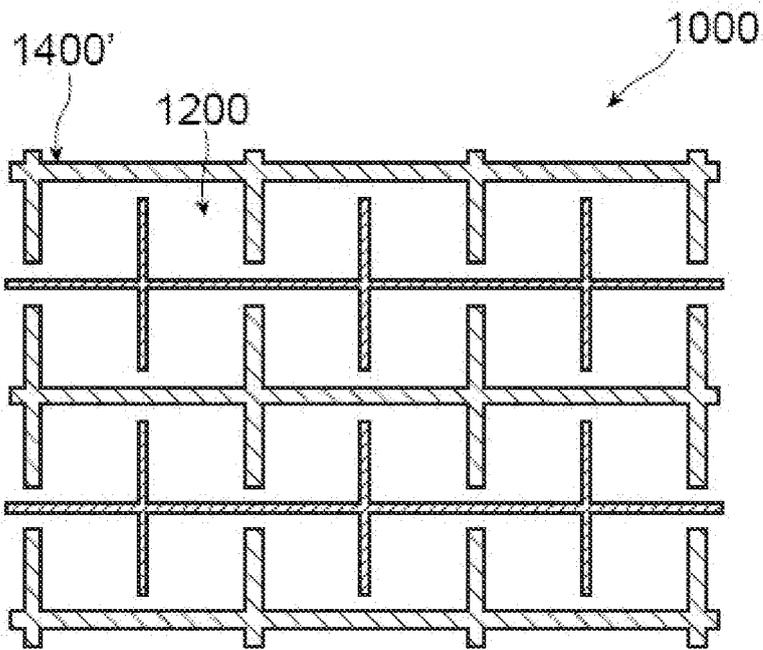


FIG. 9

[Fig. 10]

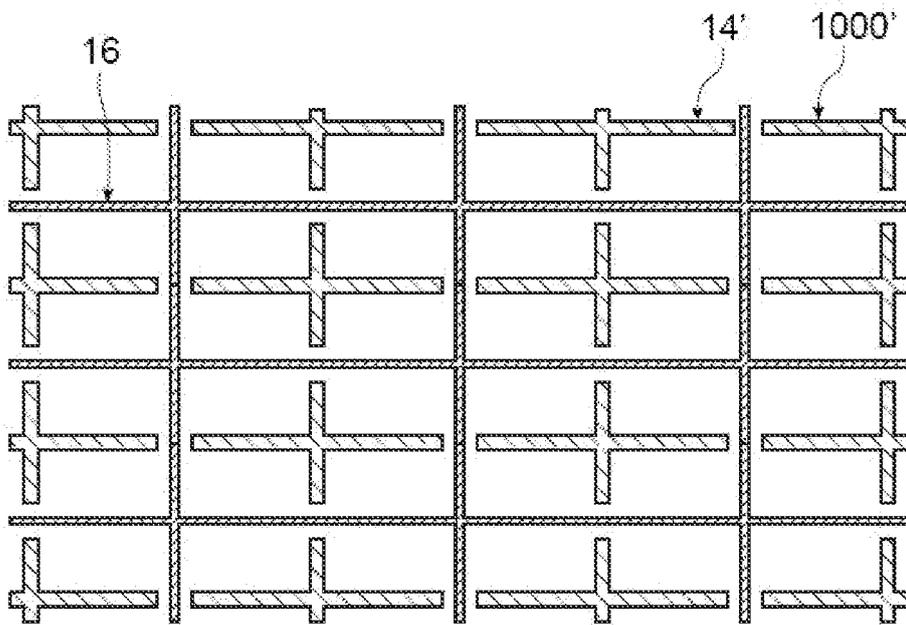


FIG. 10

[Fig. 11]

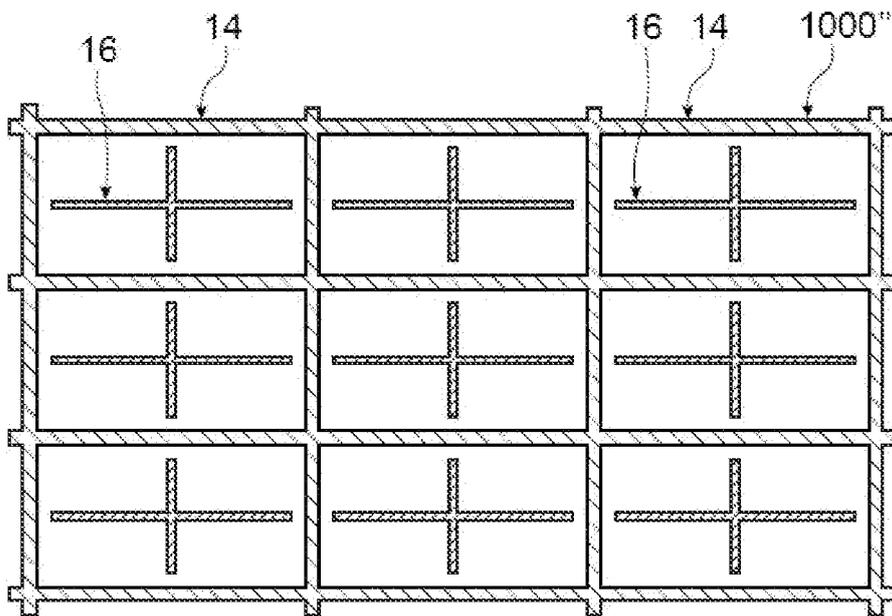


FIG. 11

[Fig. 12]

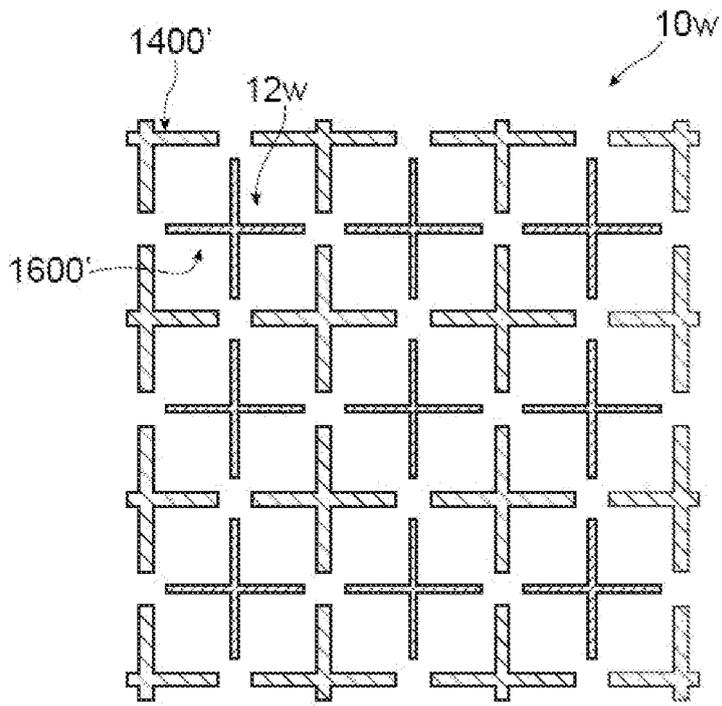


FIG. 12

[Fig. 13]

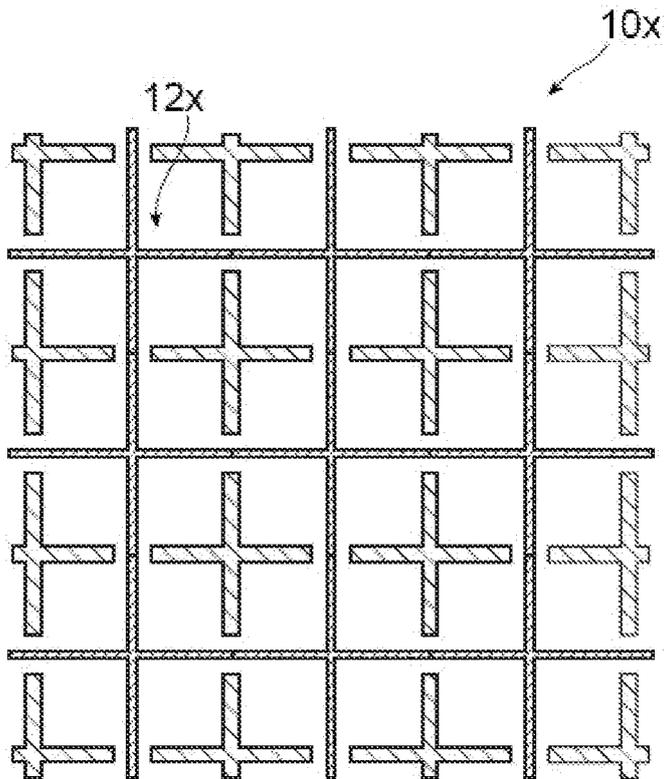


FIG. 13

[Fig. 14]

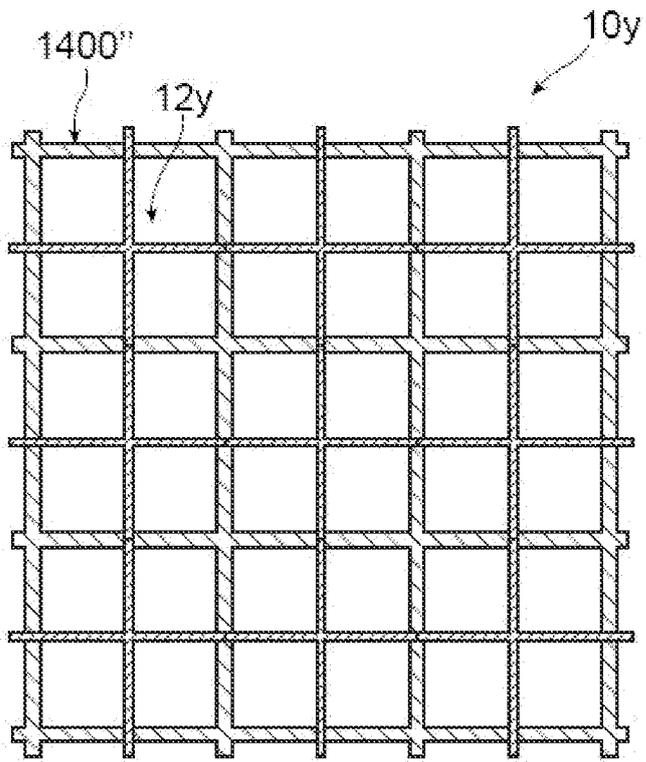


FIG. 14

[Fig. 15]

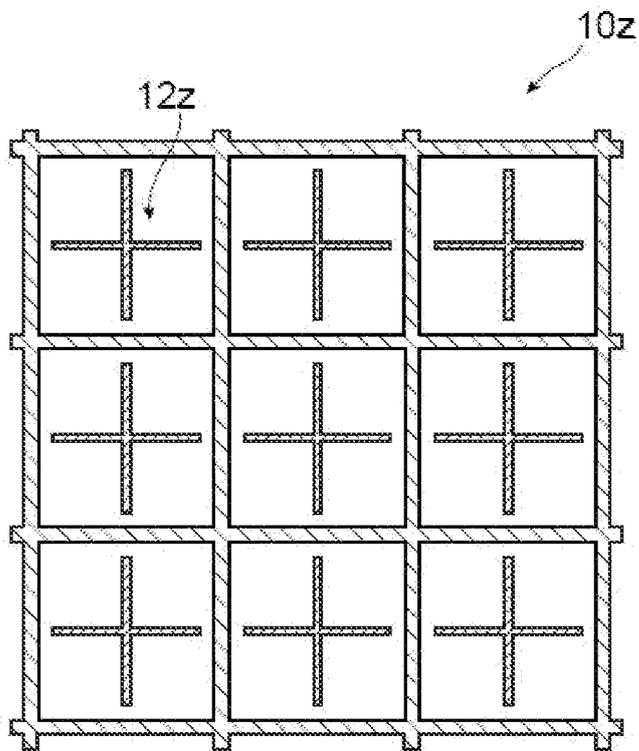


FIG. 15

[Fig. 16]

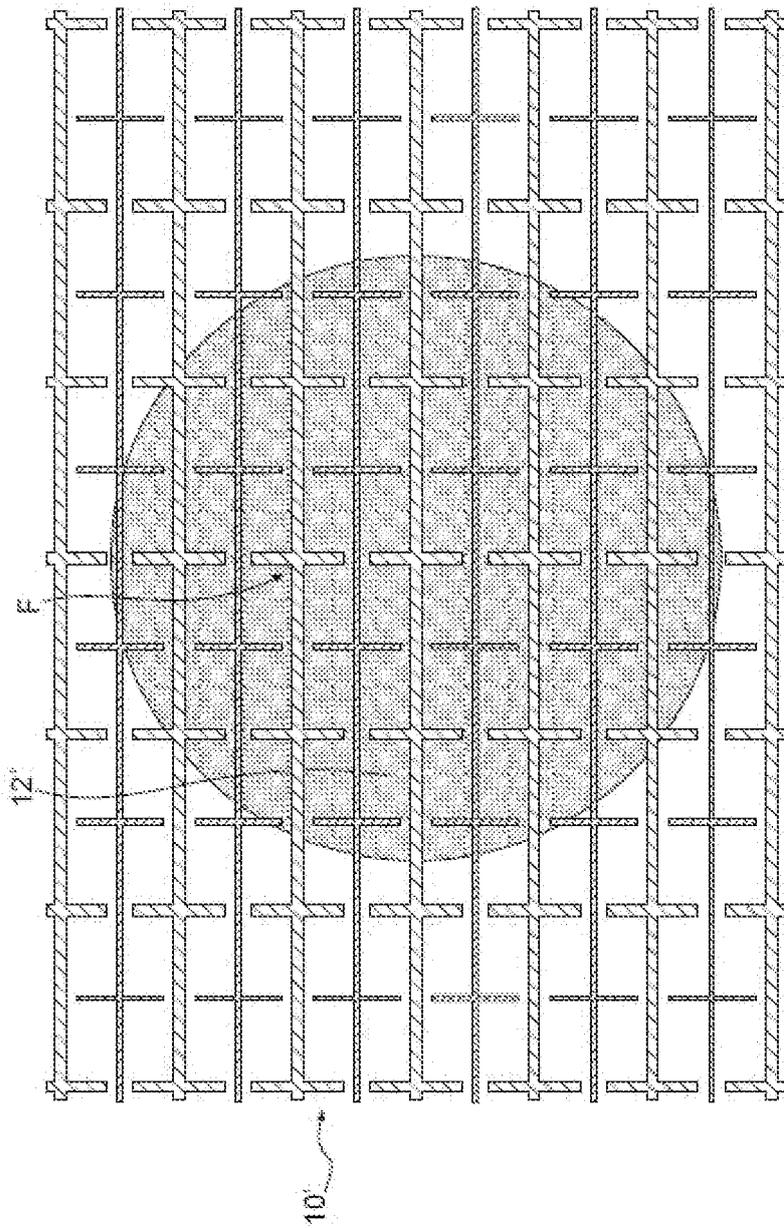
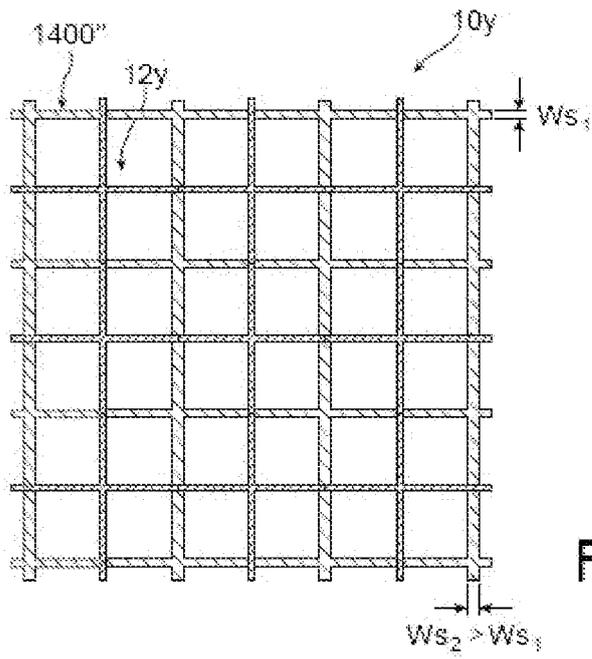
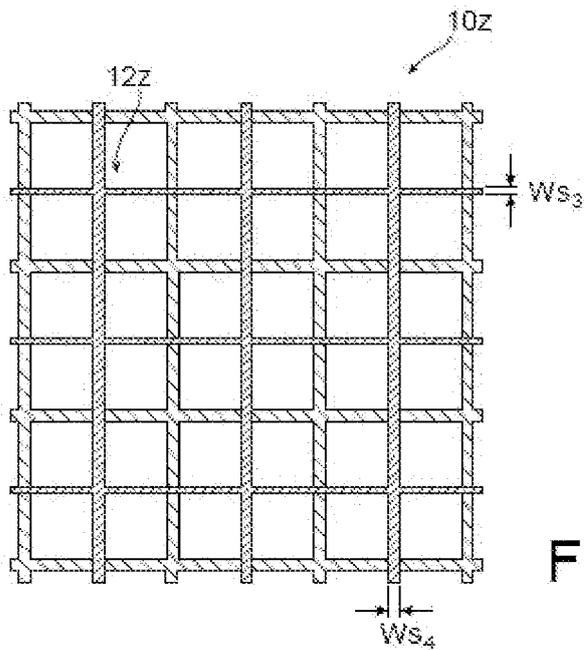


FIG. 16

[Fig. 17]



[Fig. 18]



[Fig. 19]

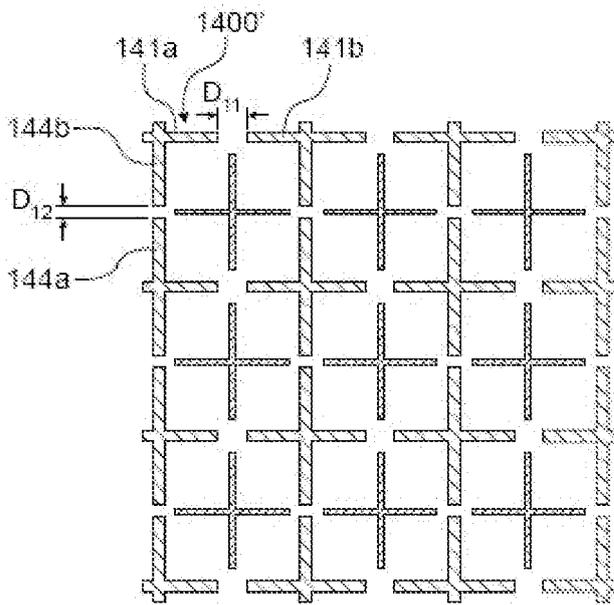


FIG. 19

[Fig. 20]

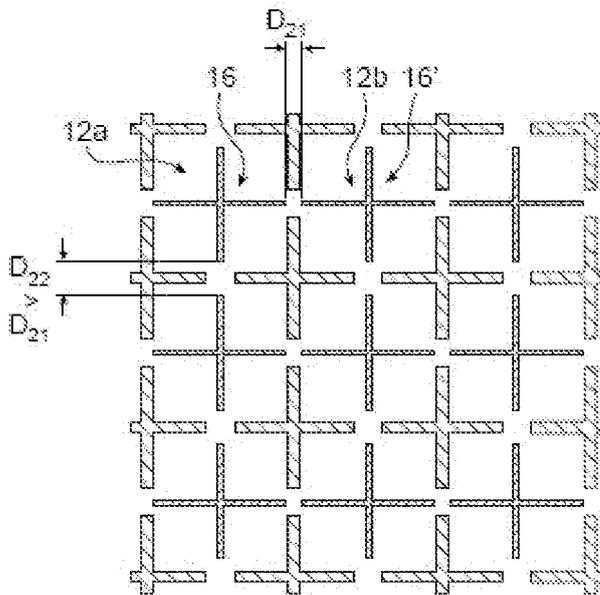


FIG. 20

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2010/190096 A1 (AUSSCHNITT CHRISTOPHER
P [US] ET AL) 29 juillet 2010 (2010-07-29)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

FR 2 877 767 A1 (ACCENT OPTICAL TECH INC
[US]; IND RES TECHNOLOGY INST [TW])
12 mai 2006 (2006-05-12)

US 2020/218167 A1 (DEN BOEF ARIE JEFFREY
[NL] ET AL) 9 juillet 2020 (2020-07-09)

US 2020/201193 A1 (LESHINSKY-ALTSHULLER
ENNA [IL] ET AL) 25 juin 2020 (2020-06-25)

JP 4 013727 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD) 28 novembre 2007 (2007-11-28)

US 2016/061589 A1 (BHATTACHARYYA KAUSTUVE
[NL] ET AL) 3 mars 2016 (2016-03-03)

US 2010/103433 A1 (AUSSCHNITT CHRISTOPHER
[US]) 29 avril 2010 (2010-04-29)

EP 1 314 198 A1 (KLA TENCOR CORP [US])
28 mai 2003 (2003-05-28)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT