

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : 2 993 703

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

②1 N° d'enregistrement national : 12 02097

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : H 01 L 21/762 (2013.01), H 01 L 21/98

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.07.12.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 24.01.14 Bulletin 14/04.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOITEC Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : LALLEMENT FABRICE et FIGUET  
CHRISTOPHE.

⑦3 Titulaire(s) : SOITEC Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : SOITEC.

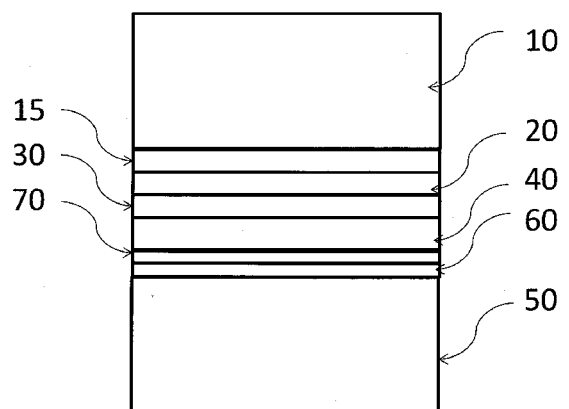
⑤4 PROCÉDE DE TRANSFERT D'UNE COUCHE DE SEMI-CONDUCTEUR.

⑤7 Ce procédé de transfert comprend les étapes  
suivantes :

a) Fournir un substrat donneur (10),  
b) Former une couche de confinement (20) comprenant  
des espèces,

c) Former une couche (40),  
d) Introduction d'ions,  
e) Fournir un substrat receveur (50),  
f) Assemblage des substrats (10) et (50),  
g) Détachement du substrat donneur (10),  
lesdites espèces étant adaptées pour attirer les ions  
(24); ce procédé étant remarquable en ce qu'il comprend :

- entre l'étape b) et l'étape c), la formation d'une couche  
barrière (30), en accord de maille avec la couche de confi-  
nement (20), de composition chimique adaptée pour limiter  
la diffusion desdites espèces dans la couche de semi-  
conducteur (40), et son épaisseur étant choisie de sorte que  
le front de fracture initié lors de l'étape g) n'atteigne pas la  
couche de semi-conducteur (40),  
- ladite couche barrière (30) étant gravée sélectivement  
après l'étape g).



FR 2 993 703 - A1



## DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne un procédé de transfert d'une couche de semi-conducteur ainsi qu'une structure semi-conductrice.

## ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

5 Un procédé de transfert d'une couche de semi-conducteur connu de l'état de la technique, illustré aux figures 1A à 1E, est un procédé de transfert d'une couche de semi-conducteur 40 comprenant les étapes suivantes :

- a) Fournir un substrat donneur 10,
- 10 b) Formation d'une couche de confinement 20 comprenant des espèces chimiques,
- c) Formation d'une couche de semi-conducteur 40, ladite couche de semi-conducteur 40 étant destinée à être transférée,
- d) Introduction d'ions 24,
- 15 e) Fournir un substrat receveur 50,
- f) Assemblage du substrat donneur 10 avec le substrat receveur 50,
- g) Détachement du substrat donneur 10 du substrat receveur 50 selon un front de fracture initié au niveau de ladite couche de confinement 20, lesdites espèces chimiques étant adaptées pour attirer les ions 24
- 20 introduits lors de l'étape d);

L'étape a) consistant à fournir un substrat donneur 10 est suivie des étapes b) et c) comprenant la formation successive de la couche de confinement 20 sur le substrat donneur, et de la couche de semi-conducteur 40. La couche de confinement 20 se distingue de la couche de semi-conducteur 40 en ce qu'elle comprend des espèces chimiques adaptées pour attirer les ions 24 introduits lors de l'étape d).

Lesdits ions 24 sont classiquement introduits dans la couche de confinement 20 par implantation ionique, et définissent une zone de fragilisation dans ladite couche de confinement 20.

30 A l'issue de l'étape g), la couche de semi-conducteur 40 est transférée sur le substrat receveur 50. La surface libre de la couche de

semi-conducteur 40 après détachement selon un front de fracture initié au niveau de ladite couche de confinement 20 présente une rugosité comprise entre 3 Å RMS et 10 Å RMS mesurée en 30\*30 µm par Microscopie à Force Atomique.

5            Cette rugosité de surface peut nécessiter un nombre important d'étapes de traitement de la surface libre de la couche de semi-conducteur 40 afin de réduire sa rugosité. Ces étapes de traitement peuvent comporter notamment des étapes de recuit, d'oxydation, et de polissage. Ces étapes de traitement sont notamment détaillées dans les documents EP 0 986 826,  
10 EP 1 208 589, et EP 1 208 593.

Par ailleurs, le front de fracture initié au niveau de la couche de confinement 20 génère, en plus d'une rugosité élevée de la surface de la couche de semi-conducteur 40, une zone endommagée dans le volume de ladite couche de semi-conducteur 40. L'élimination de ladite zone  
15 endommagée nécessite des traitements consommant en partie la couche de semi-conducteur 40 transférée, et induisent une variation totale de l'épaisseur de la couche de semi-conducteur 40 très importante.

Ainsi, la fabrication de substrats comportant une couche de semi-conducteur 40 ultrafine (inférieure à 25 nm) requiert le transfert d'une  
20 couche de semi-conducteur 40 d'une épaisseur de l'ordre de 200 à 300 nm afin de compenser l'épaisseur de couche de semi-conducteur 40 consommée pour réduire la rugosité et éliminer la zone endommagée de la couche de semi-conducteur 40 générées lors de l'étape de détachement g).

Notamment dans les substrats de type silicium sur isolant (SOI)  
25 totalement désertés (FD ou « Fully Depleted » selon la terminologie anglo-saxonne) la couche de silicium présente une épaisseur inférieure à 25 nm. Aussi afin d'assurer un bon fonctionnement, ainsi qu'une faible variabilité des propriétés des circuits formés sur la couche de semi-conducteur, une variation totale d'épaisseur de la couche de semi-conducteur inférieure à 1  
30 nm est requise.

Le contrôle de la variation totale d'épaisseur de la couche de silicium reste donc très difficile.

Par ailleurs, lesdites espèces chimiques présentes dans la couche de confinement peuvent migrer vers la couche de semi-conducteur 40 lors des différentes étapes de traitement thermique, et ainsi contaminer ladite couche de semi-conducteur 40.

### **BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION**

La présente invention vise à remédier en tout ou partie aux inconvénients précités, et concerne un procédé de transfert d'une couche de semi-conducteur comprenant les étapes suivantes :

- a) Fournir un substrat donneur,
- b) Formation d'une couche de confinement comprenant des espèces chimiques,
- c) Formation d'une couche de semi-conducteur, ladite couche de semi-conducteur étant destinée à être transférée,
- d) Introduction d'ions,
- e) Fournir un substrat receveur,
- f) Assemblage du substrat donneur avec le substrat receveur,
- g) Détachement du substrat donneur du substrat receveur selon un front de fracture initié au niveau de ladite couche de confinement, lesdites espèces chimiques étant adaptées pour attirer les ions introduits lors de l'étape d);

ledit procédé étant remarquable en ce qu'il comprend :

- une étape b1) entre l'étape b) et l'étape c), de formation d'une couche barrière, présentant une composition chimique différente de la couche de semi-conducteur, ladite couche barrière étant en accord de maille cristallographique avec la couche de confinement, la composition chimique de la couche barrière étant adaptée pour limiter la diffusion desdites espèces chimiques dans la couche de semi-conducteur, et son épaisseur étant choisie de sorte que le front de fracture initié lors de l'étape g) n'atteigne pas la couche de semi-conducteur,

- ladite couche barrière étant gravée sélectivement après l'étape g).

Ainsi, la couche barrière, intercalée entre la couche de confinement et la couche de semi-conducteur, permet de séparer physiquement la couche de semi-conducteur et la couche de confinement. Les espèces chimiques comprises dans la couche de confinement ne peuvent franchir la couche barrière. La contamination de la couche de semi-conducteur par lesdites espèces chimiques est donc limitée.

En outre, ladite couche barrière, de par son épaisseur, permet de protéger la couche de semi-conducteur des effets du front de fracture, initié au niveau de la couche de confinement, par exemple la formation de défauts cristallins, de cassures, craquelures...

Enfin, l'accord de maille cristallographique entre la couche barrière et la couche de confinement permet d'avoir une couche barrière dans un état relaxé, et ainsi limiter le piégeage des ions introduits à l'interface entre la couche barrière et la couche de confinement. En présence d'un tel piégeage des ions introduits, le détachement peut aussi bien se produire dans la couche de confinement qu'à l'interface entre la couche barrière et la couche de semi-conducteur. Cela rend le contrôle du détachement par fracture plus compliqué. L'absence de piégeage des ions introduits permet donc un meilleur contrôle du détachement par fracture, et surtout de ne pas endommager ni la surface, ni le volume de la couche de semi-conducteur.

Ainsi, à l'issue de la gravure de la couche barrière, la couche de semi-conducteur ne subit donc aucune étape de lissage ou d'amincissement susceptible d'induire une non uniformité additionnelle en épaisseur.

Selon un mode de mise en œuvre, le procédé de transfert comporte une étape a1) entre l'étape a) et l'étape b) de formation d'une couche barrière additionnelle sur le substrat donneur, ladite couche barrière additionnelle présentant une composition chimique différente du substrat donneur, ladite couche barrière additionnelle étant en accord de maille cristallographique avec la couche de confinement, la composition chimique de la couche barrière additionnelle étant adaptée pour limiter la diffusion

desdites espèces chimiques dans le substrat donneur, et son épaisseur étant choisie de sorte que le front de fracture initié lors de l'étape g) n'atteigne pas le substrat donneur.

Cet effet pourra être avantageusement être mis en œuvre afin de limiter l'endommagement du substrat donneur et ainsi de faciliter le recyclage dudit substrat donneur après l'étape de fracture.

Ainsi, la couche barrière additionnelle, de par son épaisseur, permet de protéger le substrat donneur des effets du front de fracture, initié au niveau de la couche de confinement, par exemple la formation de défauts cristallins, de cassures, craquelures...

Par ailleurs, à l'issue de l'étape de détachement g), une zone non transférée comprenant la couche barrière, la couche barrière additionnelle, la couche de confinement et la couche de semi-conducteur est observée en bord du substrat donneur. Le recyclage du substrat donneur impose généralement de retirer cette zone non transférée par polissage de bord de substrat. Ledit polissage de bord est à la fois coûteux et difficilement contrôlable. La présence de la couche barrière additionnelle permet grâce à un retrait sélectif de ladite couche barrière additionnelle d'éviter une étape de polissage de bord de substrat.

Selon un mode de mise en œuvre, la couche de semi-conducteur, formée lors de l'étape c), a une épaisseur comprise entre 5 nm et 25 nm, préférentiellement entre 5 nm et 20 nm, encore plus préférentiellement entre 5 nm et 15 nm.

Ainsi, la considération de telles épaisseurs permettra ainsi de limiter la variation totale d'épaisseur de la couche de semi-conducteur liée à la fois à la formation de ladite couche de semi-conducteur sur le substrat donneur, mais aussi aux amincissements par oxydation sacrificielle ou par polissage de ladite couche de semi-conducteur.

Selon une mode de mise en œuvre, la couche de semi-conducteur, formée lors de l'étape c), comprend au moins un des matériaux suivants : Silicium, Carbure de Silicium, SiGe.

Selon un mode de mise en œuvre, la couche de semi-conducteur, formée à l'étape c), présente une variation totale d'épaisseur inférieure à 6%, préférentiellement inférieure à 4 %.

5 Ainsi, une telle variation totale d'épaisseur permettra d'obtenir une couche de semi-conducteur transférée avec la variation totale d'épaisseur voulue.

Selon un mode de mise en œuvre, les ions sont introduits lors de l'étape d) dans la couche de semi-conducteur par immersion du substrat donneur dans un plasma comprenant lesdits ions.

10 Un avantage de cette introduction d'ions est sa capacité à être appliquée à l'échelle industrielle, ainsi que le temps de mise en œuvre réduit.

Un autre avantage de cette introduction d'ions est que la zone de diffusion des ions dans le substrat donneur est très concentrée, de l'ordre de  
15 quelques nanomètres d'épaisseur selon la direction normale aux faces principales du substrat (par exemple entre 10nm et 200nm).

L'introduction d'ions par diffusion plasma permet ainsi d'obtenir de bons résultats dans l'étape de transfert, dans la mesure où cette technique permet notamment d'enrichir le substrat donneur en ions à faible énergie  
20 (quelques centaines d'eV à plusieurs dizaines de KeV), et à forte dose (quelques  $10^{15}$  atomes/cm<sup>2</sup> à quelques  $10^{17}$  atomes/cm<sup>2</sup>) dans une région de faible profondeur (de quelques dizaines de nanomètres à environ 200 nanomètres), ce qui n'est pas toujours accessible par une technique d'implantation. Ceci est avantageux pour transférer ultérieurement des  
25 couches fines de la couche de semi-conducteur à transférer. De plus, ceci est avantageux pour réduire les défauts et rugosités présents dans la couche de semi-conducteur transférée.

En effet, même lorsque la région est accessible par implantation, la forte énergie des ions dans le procédé d'implantation peut entraîner  
30 l'introduction de défauts cristallins dans la couche de semi-conducteur à transférer.

Selon un mode de mise en œuvre, les ions sont introduits lors de l'étape d) dans la couche de confinement par implantation.

Selon un mode de mise en œuvre, les ions sont introduits lors de l'étape d) avec une dose comprise entre  $5 \cdot 10^{15}$  et  $4 \cdot 10^{16}$  atomes/cm<sup>2</sup>.

- 5 Selon un mode de mise en œuvre, le substrat donneur et le substrat receveur sont soumis à un traitement thermique comprenant une élévation de la température entre l'étape f) et l'étape g).

10 Ainsi, lors d'un traitement thermique comprenant une augmentation de température, les ions introduits à l'étape d) diffusent dans le matériau comprenant les espèces chimiques, permettant ainsi de concentrer les ions introduits dans la couche de confinement.

Cette méthode de concentration des ions introduits est avantageusement mise en œuvre pour resserrer le profil de concentration des ions introduits et ainsi considérer des doses d'ions introduits faibles, comprises entre  $5 \cdot 10^{15}$  et  $4 \cdot 10^{16}$  atomes/cm<sup>2</sup>. Cette méthode est donc  
15 avantageusement mise en œuvre pour limiter la dose des ions introduits.

Cette méthode de concentration est avantageusement combinée à l'introduction préalable desdits ions par immersion plasma. Cette combinaison constitue une méthode qui ne génère pratiquement pas de  
20 défauts dans la couche de semi-conducteur comparée à une implantation ionique qui est plus invasive.

Selon un mode de mise en œuvre, lequel la couche barrière comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière vis-à-vis de la couche de semi-conducteur.

- 25 Ainsi, après l'étape de détachement g), une gravure chimique sélective de la couche barrière permet d'obtenir la couche de semi-conducteur transférée, sans nécessairement avoir recourt à des étapes de finition. En effet, la couche barrière protégeant la couche de semi-conducteur, ladite couche de semi-conducteur présente, après gravure  
30 chimique sélective de la couche barrière, une surface suffisamment lisse.

Selon un mode de mise en œuvre la couche barrière additionnelle comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière additionnelle vis-à-vis du substrat donneur, ledit procédé comprenant une étape consistant à graver sélectivement la couche barrière additionnelle, après l'étape g).

Ainsi, une gravure chimique sélective suffit pour recycler de manière simple le substrat donneur et le réutiliser pour d'autres transferts de couches.

Selon un mode de mise en œuvre, au moins une couche barrière comprend du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ , la couche de confinement comprend du SiGe, ou du silicium, les espèces chimiques comprennent du Bore, et les ions introduits sont des ions hydrogène.

Ainsi une première fonction des atomes de C est de permettre l'ajustement du paramètre de maille des couches barrière afin qu'elles soient en accord de maille avec la couche de confinement.

Par ailleurs, les atomes de Bore diffusent généralement par le biais de sites interstitiels. Une seconde fonction des atomes de C est d'occuper lesdits sites interstitiels des couches barrière afin de bloquer la diffusion des atomes de bore.

Aussi, les atomes de Bore sont connus pour présenter une très forte affinité chimique avec les ions hydrogène. Cet effet est particulièrement avantageux, puisqu'il permet de concentrer les ions hydrogène dans la couche de confinement. Cette concentration permet ainsi d'atteindre une concentration critiques des ions hydrogène dans la couche de confinement, et ainsi générer onde de fracture dans la couche de confinement.

Selon un mode de mise en œuvre, une couche diélectrique est formée sur le substrat receveur, avant l'étape f).

Selon un mode de mise en œuvre, une couche diélectrique est formée sur la couche de semi-conducteur entre l'étape c) et l'étape d).

Ainsi, il est possible d'obtenir des structures du type semi-conducteur sur isolant.

La présente invention se rapporte également à une structure semi-conductrice comprenant:

a) un substrat donneur,

b) une couche de confinement sur le substrat donneur, la couche de confinement comprenant des espèces chimiques,

c) une couche de semi-conducteur,

lesdites espèces chimiques étant adaptées pour attirer des ions pouvant être introduits dans la structure semi-conductrice,

ladite structure semi-conductrice étant remarquable en ce qu'il comprend une couche barrière disposée entre la couche de confinement et la couche de semi-conducteur, ladite couche barrière présentant une composition chimique différente de la couche de semi-conducteur, ladite couche barrière étant en accord de maille cristallographique avec la couche de confinement, la composition chimique de la couche barrière étant adaptée pour limiter la diffusion desdites espèces chimiques dans la couche de semi-conducteur, et son épaisseur étant choisie de sorte qu'un front de fracture initié au niveau de la couche de confinement n'atteigne pas la couche de semi-conducteur.

Ainsi, la couche barrière, intercalée entre la couche de confinement et la couche de semi-conducteur, permet de séparer physiquement la couche de semi-conducteur et la couche de confinement. Les espèces chimiques comprises dans la couche de confinement ne peuvent franchir la couche barrière. La contamination de la couche de semi-conducteur par lesdites espèces chimiques est donc limitée.

En outre, ladite couche barrière, de par son épaisseur, permet de protéger la couche de semi-conducteur des effets d'un éventuel front de fracture, initié au niveau de la couche de confinement, par exemple la formation de défauts cristallins, de cassures, craquelures...

Enfin, l'accord de maille cristallographique entre la couche barrière et la couche de confinement permet d'avoir une couche barrière dans un état relaxé, et ainsi limiter le piégeage d'ions destinés à être introduits. En

présence d'un tel piégeage d'ions introduits, le front de fracture susceptible d'être initié lors d'un détachement du substrat donneur peut aussi bien se produire dans la couche de confinement qu'à l'interface entre la couche barrière et la couche de semi-conducteur. Cela rend le contrôle du détachement par fracture plus compliqué. L'absence de piégeage des ions introduits permet donc un meilleur contrôle d'un éventuel détachement par fracture, et surtout de ne pas endommager ni la surface, ni le volume de la couche de semi-conducteur.

Ainsi, à l'issue de la gravure de la couche barrière, la couche de semi-conducteur ne subit donc aucune étape de lissage ou d'amincissement susceptible d'induire une non uniformité additionnelle en épaisseur.

Dans un mode de réalisation, une couche barrière additionnelle est disposée entre le substrat donneur et la couche de confinement, ladite couche barrière additionnelle présentant une composition chimique différente du substrat donneur, ladite couche barrière additionnelle étant en accord de maille cristallographique avec la couche de confinement, la composition chimique de la couche barrière additionnelle étant adaptée pour limiter la diffusion desdites espèces chimiques dans le substrat donneur, et son épaisseur étant choisie de sorte qu'un front de fracture initié au niveau de la couche de confinement n'atteigne pas le substrat donneur.

Ainsi, la couche barrière additionnelle, de par son épaisseur, permet de protéger le substrat donneur des effets d'un front de fracture, susceptible d'être initié au niveau de la couche de confinement, par exemple la formation de défauts cristallins, de cassures, craquelures...

Par ailleurs, à l'issue d'un éventuel transfert de la couche de semi-conducteur vers un substrat receveur, une zone non transférée comprenant la couche barrière, la couche barrière additionnelle, la couche de confinement et la couche de semi-conducteur est susceptible d'être observée en bord du substrat donneur. Le recyclage du substrat donneur impose généralement de retirer cette zone non transférée par polissage de bord de substrat. Ledit polissage de bord est à la fois coûteux et difficilement

contrôlable. La présence de la couche barrière additionnelle permet grâce à un retrait sélectif de ladite couche barrière additionnelle d'éviter une étape de polissage de bord de substrat.

5 Dans un mode de réalisation, la couche de semi-conducteur a une épaisseur comprise entre 5 nm et 25 nm, préférentiellement entre 5 nm et 20 nm, encore plus préférentiellement entre 5 nm et 15 nm.

10 Ainsi, à l'issue d'un procédé susceptible de transférer la couche de semi-conducteur vers un substrat receveur, la considération de telles épaisseurs permet de limiter la variation totale d'épaisseur de la couche de semi-conducteur liée à la fois à la formation de ladite couche de semi-conducteur sur le substrat donneur, mais aussi aux amincissements par oxydation sacrificielle ou par polissage de ladite couche semi-conductrice après transfert de cette dernière sur un substrat receveur.

15 Dans un mode de réalisation, la couche de semi-conducteur comprend au moins un des matériaux suivants : Silicium, Carbure de Silicium, SiGe.

Dans un mode de réalisation la couche barrière comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière vis-à-vis de la couche de semi-conducteur.

20 Ainsi, à l'issue d'un procédé susceptible de transférer la couche de semi-conducteur vers un substrat receveur, une gravure chimique sélective de la couche barrière permet d'obtenir la couche de semi-conducteur transférée, sans nécessairement avoir recourt à des étapes de finition. En effet, la couche barrière protégeant la couche de semi-conducteur, ladite couche de semi-conducteur présente, après gravure chimique sélective de  
25 la couche barrière, une surface suffisamment lisse.

Dans un mode de réalisation, la couche barrière additionnelle comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière additionnelle vis-à-vis du substrat donneur.

30 Ainsi, le substrat donneur est susceptible d'être recyclé après un éventuel transfert de couche de semi-conducteur.

Dans un mode de réalisation au moins une couche barrière comprend du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ , la couche de confinement comprend du SiGe, ou du silicium, et les espèces chimiques comprennent du Bore.

5 Ainsi une première fonction des atomes de C est de permettre l'ajustement du paramètre de maille des couches barrière afin qu'elles soient en accord de maille avec la couche de confinement.

Par ailleurs, les atomes de Bore diffusent généralement par le biais de sites interstitiels. Une seconde fonction des atomes de C est d'occuper lesdits sites interstitiels des couches barrière afin de bloquer la diffusion des atomes de bore.

### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront dans la description qui va suivre de deux modes de mise en œuvre d'un procédé de transfert selon l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- Les figures 1A – 1E sont des représentations schématiques d'un substrat traité par un procédé de transfert selon les techniques connues de l'art antérieur ;
- Les figures 2A – 2F sont des représentations schématiques d'un substrat traité par un procédé de transfert selon l'invention ;
- Les figures 3A – 3G sont des représentations schématiques d'un substrat traité par un procédé de transfert selon l'invention ;
- La figure 4 est une représentation de l'introduction d'ions dans un substrat donneur par diffusion plasma ;
- La figure 5 est une représentation d'un procédé d'introduction d'ions dans un substrat donneur par diffusion plasma ;
- La figure 6 est une représentation de la concentration d'ions dans un substrat donneur après traitement thermique ;

**DESCRIPTION DETAILLÉE DE MODES DE RÉALISATION DE L'INVENTION**

Pour les différents modes de mise en œuvre, les mêmes références seront utilisées pour des éléments identiques ou assurant la même fonction, par souci de simplification de la description.

Le procédé de transfert illustré aux figures 2A – 2F est un procédé de transfert d'une couche de semi-conducteur 40 comprenant les étapes suivantes :

- a) Fournir un substrat donneur 10,
- b) Formation d'une couche de confinement 20 comprenant des espèces chimiques ,
- 10 b1) Formation d'une couche barrière 30,
- c) Formation d'une couche de semi-conducteur 40, ladite couche de semi-conducteur 40 étant destinée à être transférée,
- d) Introduction d'ions 24,
- e) Fournir un substrat receveur 50,
- 15 f) Assemblage du substrat donneur 10 avec le substrat receveur 50,
- g) Détachement du substrat donneur 10 du substrat receveur 50 selon un front de fracture initié au niveau de ladite couche de confinement 20, lesdites espèces chimiques étant adaptées pour attirer les ions 24 introduits lors de l'étape d);
- 20 Ladite couche barrière 30 présente une composition chimique différente de la couche de semi-conducteur 40, ladite couche barrière 30 étant en accord de maille cristallographique avec la couche de confinement 20, la composition chimique de la couche barrière 30 étant adaptée pour limiter la diffusion desdites espèces chimiques dans la couche de semi-conducteur
- 25 40, et son épaisseur étant choisie de sorte que le front de fracture initié lors de l'étape g) n'atteigne pas la couche de semi-conducteur 40, ladite couche barrière 30 étant gravée sélectivement après l'étape g).

La couche de semi-conducteur 40 forme la couche transférée sur le substrat receveur 50 après l'étape de gravure sélective de la couche

30 barrière 30.

Le substrat donneur 10 fourni lors de l'étape a) peut être constitué de tous les matériaux utilisés habituellement dans l'industrie de la micro-électronique, de l'optique, l'opto-électronique et le photovoltaïque. Notamment, le substrat donneur 10 comprend au moins un des matériaux sélectionné dans le groupe suivant: silicium, Carbure de silicium, silicium germanium, le verre, une céramique, un alliage métallique.

5 Il s'en suit l'étape b) de formation d'une couche de confinement 20 sur le substrat donneur 10 et l'étape b1) de formation d'une couche barrière 30 sur ladite couche de confinement. Ladite couche de confinement 10 comprend des espèces chimiques .

La couche de confinement 20 et la couche barrière 30 sont généralement formées par épitaxie. L'épitaxie permet de contrôler précisément l'épaisseur de la couche de confinement 20 et de la couche barrière 30, et permet d'obtenir des épaisseurs fines pour celles-ci.

15 La couche de confinement 20 et la couche barrière 30 sont en accord de maille et sont dans un état relaxé.

Avantageusement, la couche de confinement 20 a une épaisseur comprise entre 1 nm et 5 nm, préférentiellement entre 1 nm et 3 nm.

20 Avantageusement, la couche barrière 30 a une épaisseur comprise en 50 nm et 200 nm.

La couche de confinement 20 comporte au moins un matériau choisi parmi les matériaux suivants : Silicium mono-cristallin,  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  mono cristallin.

25 De manière avantageuse, les espèces chimiques comprennent au moins un des éléments sélectionnés dans le groupe suivant : Bore, Phosphore, Arsenic.

La couche barrière comprend avantageusement du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ .

30 La quantité de Germanium x est avantageusement comprise entre 0.1 et 0.5. L'alliage  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  est connu pour avoir un paramètre de maille supérieur au silicium cristallin. L'introduction de carbone y, dans des proportions 9 à 10 fois moins importantes que la quantité de germanium,

permet d'ajuster le paramètre de maille de la couche barrière 30 de sorte que ladite couche barrière 30 et la couche de confinement 20 sont en accord de maille. Une couche barrière 30 comprenant du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$  constitue une excellente barrière de diffusion du Bore.

5 Il est alors particulièrement avantageux de considérer une couche de confinement 20 comprenant du Silicium, des espèces chimiques étant du Bore, et la couche barrière 30 comprenant du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ .

De manière particulièrement avantageuse, et tel qu'illustré aux figures 3A à 3G une couche barrière additionnelle 15 peut être intercalée entre le  
10 substrat donneur 10 et la couche de confinement 20 au cours d'une étape a1). Cette étape a1) est alors effectuée entre l'étape a) et l'étape b).

La couche barrière additionnelle 15 est généralement formée par  
15 épitaxie. L'épitaxie permet de contrôler précisément l'épaisseur de la couche barrière additionnelle 15, et permet d'obtenir une épaisseur fine pour celle-ci.

La couche barrière additionnelle 15 est en accord de maille avec la couche de confinement 20 et la couche barrière 30.

Avantageusement, la couche barrière additionnelle 15 a une épaisseur comprise en 10 nm et 50 nm.

20 La couche barrière additionnelle 15 comprend avantageusement du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ .

La quantité de Germanium x est avantageusement comprise entre 0.1 et 0.5. L'alliage  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  est connu pour avoir un paramètre de maille supérieur au silicium cristallin. L'introduction de carbone y, dans des  
25 proportions 9 à 10 fois moins importantes que la quantité de germanium, permet d'ajuster le paramètre de maille de la couche barrière additionnelle 15 de sorte que ladite couche barrière additionnelle 15 et la couche de confinement 20 sont en accord de maille. Une couche barrière additionnelle 15 comprenant du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$  constitue une excellente barrière de diffusion  
30 du Bore.

Il est alors particulièrement avantageux de considérer une couche de confinement 20 comprenant du Silicium, des espèces chimiques étant du Bore, la couche barrière 30 et la couche barrière additionnelle 15 comprenant du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ .

5 La couche de semi-conducteur 40 est formée à l'étape c). La couche de semi-conducteur est préférentiellement mais non limitativement en Silicium ou SiGe ou Germanium Silicium ou Carbure de Silicium.

L'épaisseur de la couche de semi-conducteur 40 est comprise entre 5 nm et 25 nm, préférentiellement entre 6 nm et 20 nm, encore plus  
10 préférentiellement entre 7 nm et 15 nm.

De manière particulièrement avantageuse, la couche de semi-conducteur 40 formée à l'étape c) présente une variation totale d'épaisseur inférieure à 6%, préférentiellement inférieure à 4%.

De manière avantageuse, une couche diélectrique 70 est formée sur  
15 la couche de semi-conducteur 40 entre l'étape c) et l'étape d).

La couche diélectrique 70 est avantageusement formée par une technique de déposition, de préférence selon la technique CVD ou LPCVD ou PECVD.

La couche diélectrique 70 comporte au moins un matériau choisi  
20 parmi les matériaux suivant : oxyde de silicium, le nitrure de silicium ou oxynitrure, le nitrure d'aluminium, l'oxyde d'aluminium, le nitrure d'aluminium, l'oxyde d'hafnium.

L'étape d) consiste à introduire des ions 24. Il s'agit avantageusement d'ions hydrogène, ou d'ions hélium, ou d'une combinaison de ces ions. Il est  
25 connu de l'homme du métier que le Bore et les ions Hydrogène présentent une forte affinité chimique. Par conséquent, il est particulièrement avantageux que les espèces chimiques comprises dans la couche de confinement 20 soient du Bore, et que les ions 24 introduits soient des ions Hydrogène.

30 Les ions 24 introduits peuvent avantageusement être introduits dans la couche de confinement 20 par implantation.

Lesdits ions 24 ainsi introduits dans la couche de confinement 20 par implantation ionique définissent une zone de fragilisation dans ladite couche de confinement 20.

De manière préférée, les ions 24 sont introduits lors de l'étape d) dans la couche de semi-conducteur 40 par immersion du substrat donneur dans un plasma comprenant lesdits ions 24. Dans le cas d'une diffusion d'ions par immersion dans un plasma, le substrat donneur 10 plongé dans le plasma est soumis à des impulsions électriques. Les ions positifs présents dans le plasma sont alors accélérés vers la surface du substrat où ils sont introduits. Comme le plasma entoure le substrat, toute la surface reçoit des ions en même temps.

Cette diffusion d'ions dans un plasma 19, comprenant les ions 24, est schématisée en figure 4, dans laquelle le substrat donneur 10 reçoit des impulsions électriques de la part de la source électrique 16.

On a illustré en figure 5 le profil de concentration des ions 24 introduits dans le substrat donneur 10 en fonction de la profondeur dans le substrat donneur 10, avant le traitement thermique, dans le cas d'une diffusion assistée par plasma (courbe 26), et dans le cas d'une implantation ionique (courbe 27).

Une étape de traitement thermique consistant en une élévation de température est effectuée de sorte que les espèces chimiques comprises dans la couche de confinement attirent les ions 24 introduits, et les concentrent dans la couche de confinement.

Ladite dose d'ions 24 introduits est avantageusement comprise entre  $5 \cdot 10^5$  atomes/cm<sup>2</sup> et  $4 \cdot 10^{16}$  atomes/cm<sup>2</sup>, préférentiellement entre  $5 \cdot 10^5$  atomes/cm<sup>2</sup> et  $3 \cdot 10^{16}$  atomes/cm<sup>2</sup>, encore plus préférentiellement  $5 \cdot 10^5$  atomes/cm<sup>2</sup> et  $2 \cdot 10^{16}$  atomes/cm<sup>2</sup>.

Le procédé comprend une étape e) consistant à fournir un substrat receveur 50.

Le substrat receveur 50 fourni lors de l'étape e) peut être constitué de tous les matériaux utilisés habituellement dans l'industrie de la micro-

électronique, de l'optique, l'opto-électronique et le photovoltaïque. Notamment, le substrat donneur 50 comprend au moins un des matériaux sélectionné dans le groupe suivant: silicium, Carbure de silicium, silicium germanium, le verre, une céramique, un alliage métallique.

5 Le substrat receveur 50 comprend avantageusement une couche diélectrique 60.

La couche diélectrique 60 est avantageusement formée par une technique de déposition, de préférence selon la technique CVD ou LPCVD ou PECVD.

10 Avantageusement, la couche diélectrique 60 est formée par oxydation thermique du substrat receveur 50

La couche diélectrique 60 comporte au moins un matériau choisi parmi les matériaux suivant : oxyde de silicium, le nitrure de silicium ou oxynitrure, le nitrure d'aluminium, l'oxyde d'aluminium, le nitrure  
15 d'aluminium, l'oxyde d'hafnium.

L'étape f) peut être réalisée par un collage de type adhésion moléculaire ou par un collage anodique. L'étape f) peut être précédée de tout traitement du substrat receveur 50 et du substrat donneur 10 visant à renforcer l'énergie de collage tel que nettoyage ou activation plasma.

20 De manière particulièrement avantageuse, le substrat donneur 10 et le substrat receveur 50 sont soumis à un traitement thermique comprenant une élévation de la température à l'issue de l'étape f).

Des températures typiques de traitement thermique sont comprises entre 200°C et 700°C.

25 Ainsi, lors du traitement thermique du substrat donneur 10 et du substrat receveur 50, la couche de confinement 20 attire les ions pour les concentrer dans ladite couche de confinement 20.

Ceci est illustré en Figure 6, qui illustre le profil de concentration des ions dans le substrat donneur 10 en fonction de la profondeur, avant (courbe  
30 17) et après (courbe 18) le traitement thermique. Le pic de la courbe 18

illustre la migration préférentielle des ions 24 introduits vers la couche de confinement 20.

Une autre fonction de ce traitement thermique peut être de renforcer l'énergie de collage entre le substrat donneur 10 et le substrat receveur 50.

5 Le traitement thermique est mené de sorte que des effets différents se produisent :

- l'énergie de collage par adhésion moléculaire de l'assemblage effectué à l'étape f) est augmentée,
- les ions 24 se concentrent dans la couche de confinement 20 jusqu'à atteindre une concentration critique, on entend par concentration critique la concentration à partir de laquelle un front de fracture peut apparaître dans la couche de confinement 20. Lorsque les ions 24 introduits sont des ions hydrogène, la concentration critique est de l'ordre de 10<sup>21</sup> at/cm<sup>3</sup>.
- ces ions 24 créent des cavités, qui vont coalescer,
- la pression dans ces cavités augmente jusqu'à provoquer un front de fracture dans la couche de confinement 20, ce qui permet de détacher le substrat donneur 20 du substrat receveur 50, étape g).

Ces quatre effets peuvent être obtenus lors d'un recuit thermique unique, ou lors de recuits thermiques individuels séparés.

A l'issue de l'étape g), le substrat receveur 50 peut subir un traitement de gravure sélective pour supprimer les reliquats de couche barrière 30.

25 Avantageusement, la couche barrière 30 comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière 30 vis-à-vis de la couche de semi-conducteur 40.

30 Avantageusement, la couche barrière 30 en  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ , permet une gravure chimique sélective de couche barrière 30 vis-à-vis d'une couche de semi-conducteur en silicium. Ainsi, la gravure sélective de la couche barrière

30 en  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$  est avantageusement effectuée par une solution d'acide acétique.

5 A l'issue de l'étape g), le substrat donneur 10 peut subir un traitement de gravure sélective pour supprimer les reliquats de couche barrière additionnelle 15.

Avantageusement, la couche barrière additionnelle 15 comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière additionnelle 15 vis-à-vis du substrat donneur 10.

10 Avantageusement, la couche barrière additionnelle 15 en  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ , permet une gravure chimique sélective de couche barrière additionnelle vis-à-vis du substrat donneur 10 en silicium. Ainsi, la gravure sélective de la couche barrière additionnelle 15 en  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$  est avantageusement effectuée par une solution d'acide acétique.

15 L'invention permet notamment de transférer des couches de semi-conducteur avec une rugosité réduite.

De plus, l'invention permet de transférer des couches de semi-conducteur fines d'un substrat donneur vers un substrat receveur.

20 En outre, l'invention permet de faciliter le traitement de finition du substrat donneur et/ou du substrat receveur, notamment grâce à la réduction de la rugosité de la couche de semi-conducteur, et à l'utilisation de couches barrière permettant une gravure chimique sélective par rapport aux couches adjacentes.

Enfin, l'invention s'applique au transfert de nombreuses couches utiles différentes, notamment des couches utiles contraintes.

25

30

## REVENDICATIONS

1. Procédé de transfert d'une couche de semi-conducteur (40) comprenant les étapes suivantes :
- a) Fournir un substrat donneur (10),
  - 5 b) Formation d'une couche de confinement (20) comprenant des espèces chimiques ,
  - c) Formation d'une couche de semi-conducteur (40), ladite couche de semi-conducteur (40) étant destinée à être transférée,
  - d) Introduction d'ions (24),
  - 10 e) Fournir un substrat receveur (50),
  - f) Assemblage du substrat donneur (10) avec le substrat receveur (50),
  - g) Détachement du substrat donneur (10) du substrat receveur (50) selon un front de fracture initié au niveau de ladite couche de confinement (20), lesdites espèces chimiques étant adaptées pour attirer les ions (24)
  - 15 introduits lors de l'étape d);
- ledit procédé **étant caractérisé en ce qu'il** comprend :
- une étape b1) entre l'étape b) et l'étape c), de formation d'une couche barrière (30), présentant une composition chimique différente de la couche de semi-conducteur (40), ladite couche barrière (30) étant en accord de
  - 20 maille cristallographique avec la couche de confinement (20), la composition chimique de la couche barrière (30) étant adaptée pour limiter la diffusion desdites espèces chimiques dans la couche de semi-conducteur (40), et son épaisseur étant choisie de sorte que le front de fracture initié lors de l'étape g) n'atteigne pas la couche de semi-conducteur (40),
  - 25 - ladite couche barrière (30) étant gravée sélectivement après l'étape g).
2. Procédé de transfert selon la revendication 1, comprenant une étape a1) entre l'étape a) et l'étape b) de formation d'une couche barrière additionnelle (15) sur le substrat donneur (10), ladite couche barrière additionnelle (15)
- 30 présentant une composition chimique différente du substrat donneur (10), ladite couche barrière additionnelle (15) étant en accord de maille

cristallographique avec la couche de confinement (20), la composition chimique de la couche barrière additionnelle (15) étant adaptée pour limiter la diffusion desdites espèces chimiques dans le substrat donneur (10), et son épaisseur étant choisie de sorte que le front de fracture initié lors de l'étape g) n'atteigne pas le substrat donneur (10).

3. Procédé de transfert selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la couche de semi-conducteur (40), formée lors de l'étape c), a une épaisseur comprise entre 5 nm et 25 nm, préférentiellement entre 5 nm et 20 nm, encore plus préférentiellement entre 5 nm et 15 nm.

4. Procédé de transfert selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la couche de semi-conducteur (40), formée lors de l'étape c), comprend au moins un des matériaux suivants : Silicium, Carbure de Silicium, SiGe.

5. Procédé de transfert selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les ions (24) sont introduits lors de l'étape d) dans la couche de semi-conducteur (40) par immersion du substrat donneur dans un plasma comprenant lesdits ions (24).

6. Procédé de transfert selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les ions (24) sont introduits lors de l'étape d) dans la couche de confinement (20) par implantation.

7. Procédé de transfert selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel les ions (24) sont introduits lors de l'étape d) avec une dose comprise entre  $5 \cdot 10^{15}$  et  $4 \cdot 10^{16}$  atomes/cm<sup>2</sup>.

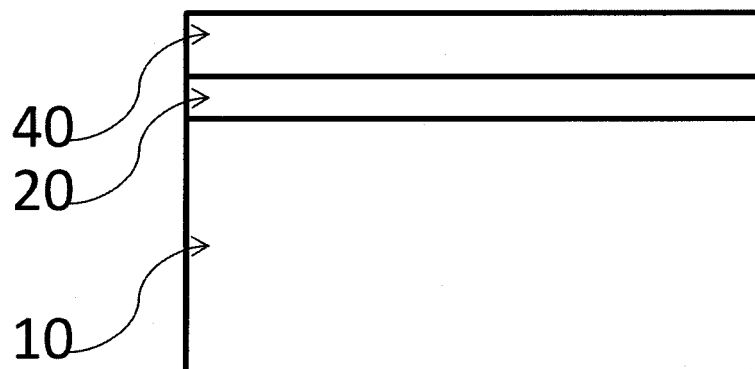
8. Procédé de transfert selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la couche de confinement (20) est soumise à un traitement thermique comprenant une élévation de la température entre l'étape f) et l'étape g).

9. Procédé de transfert selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel la couche barrière (30) comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière (30) vis-à-vis de la couche de semi-conducteur (40).  
5
10. Procédé de transfert selon l'une des revendications 2 à 9, dans lequel la couche barrière additionnelle (15) comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière additionnelle (15) vis-à-vis du substrat donneur (10), ledit procédé comprenant une étape consistant à graver sélectivement la couche barrière additionnelle (15), après l'étape g).  
10
11. Procédé de transfert selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel au moins une couche barrière (30, 15) comprend du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ , la couche de confinement (20) comprend du SiGe, ou du silicium, les espèces chimiques comprennent du Bore, et les ions introduits (24) comportent des ions hydrogène.  
15
12. Procédé de transfert selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel une couche diélectrique (60) est formée sur le substrat receveur (50), avant l'étape f).  
20
13. Procédé de transfert selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel une couche diélectrique (70) est formée sur la couche de semi-conducteur (40) entre l'étape c) et l'étape d).  
25
14. Structure semi-conductrice comprenant:  
a) un substrat donneur (10),  
b) une couche de confinement (20) sur le substrat donneur (10), la couche de confinement (20) comprenant des espèces chimiques ,  
30  
c) une couche de semi-conducteur (40),

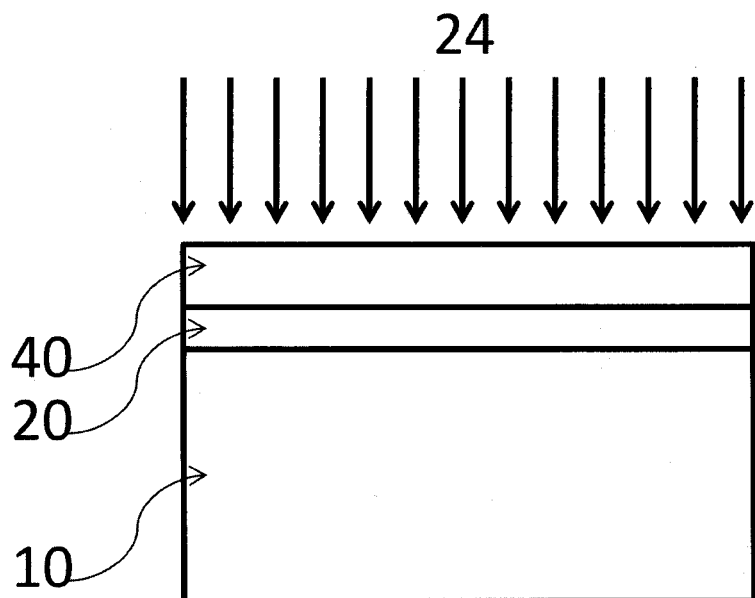
- lesdites espèces chimiques étant adaptées pour attirer des ions pouvant être introduits dans la structure semi-conductrice,
- ladite structure semi-conductrice **étant caractérisée en ce qu'elle** comprend une couche barrière (30) disposée entre la couche de confinement (20) et la couche de semi-conducteur (40), ladite couche
- 5 barrière (30) présentant une composition chimique différente de la couche de semi-conducteur (40), ladite couche barrière (30) étant en accord de maille cristallographique avec la couche de confinement (20), la composition chimique de la couche barrière (30) étant adaptée pour limiter la diffusion
- 10 desdites espèces chimiques dans la couche de semi-conducteur (40), et son épaisseur étant choisie de sorte qu'un front de fracture initié au niveau de la couche de confinement (20) n'atteigne pas la couche de semi-conducteur (40).
- 15 15. Structure semi-conductrice selon la revendication 14, dans laquelle une couche barrière supplémentaire (15) est disposée entre le substrat donneur (10) et la couche de confinement (20), ladite couche barrière supplémentaire (15) présentant une composition chimique différente du substrat donneur (10), ladite couche barrière supplémentaire (15) étant en accord de maille
- 20 cristallographique avec la couche de confinement (20), la composition chimique de la couche barrière supplémentaire (15) étant adaptée pour limiter la diffusion desdites espèces chimiques dans le substrat donneur (10), et son épaisseur étant choisie de sorte qu'un front de fracture initié au niveau de la couche de confinement (20) n'atteigne pas le substrat donneur (10).
- 25 16. Structure semi-conductrice selon la revendication 14 ou 15, dans laquelle la couche de semi-conducteur (40) a une épaisseur comprise entre 5 nm et 25 nm, préférentiellement entre 5 nm et 20 nm, encore plus préférentiellement entre 5 nm et 15 nm.

17. Structure semi-conductrice selon l'une des revendications 14 à 16, dans laquelle la couche de semi-conducteur (40) comprend au moins un des matériaux suivants : Silicium, Carbure de Silicium, SiGe.
- 5 18. Structure semi-conductrice selon l'une des revendications 14 à 17, dans lequel la couche barrière (30) comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière (30) vis-à-vis de la couche de semi-conducteur (40).
- 10 19. Structure semi-conductrice selon l'une des revendications 15 à 18, dans laquelle la couche barrière supplémentaire (15) comprend un matériau permettant une gravure chimique sélective de la couche barrière supplémentaire (15) vis-à-vis du substrat donneur (10).
- 15 20. Structure semi-conductrice selon l'une des revendication 15 à 19, dans laquelle au moins une couche barrière (30, 15) comprend du  $\text{Si}_{(1-x-y)}\text{Ge}_x\text{C}_y$ , la couche de confinement (20) comprend du SiGe, ou du silicium, et les espèces chimiques comprennent du Bore.

1/10

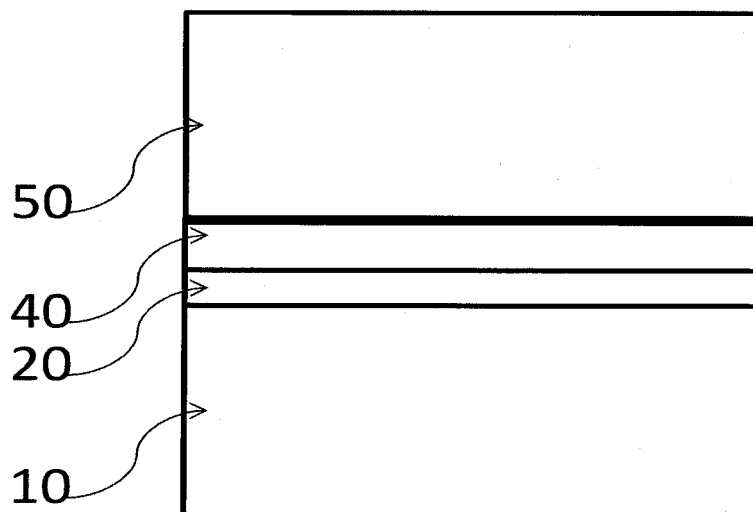


**Fig 1A art antérieur**

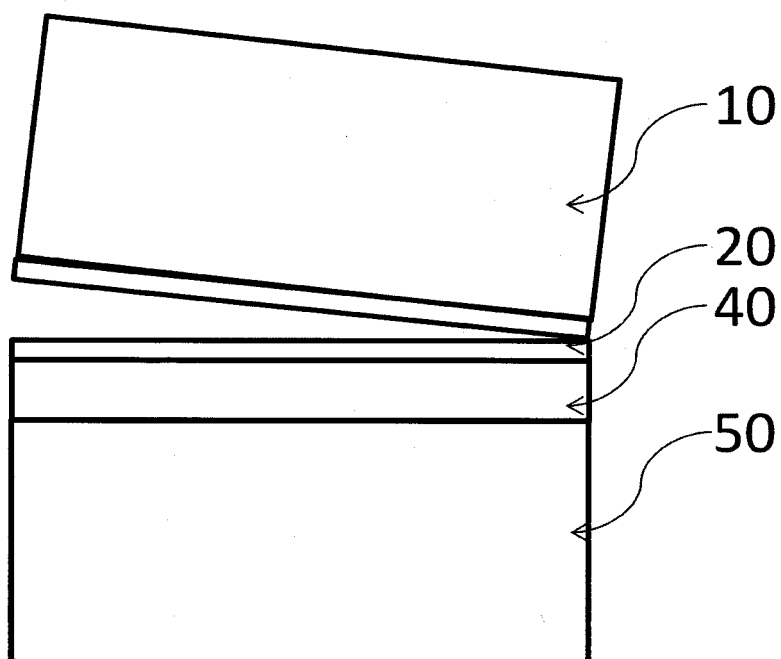


**Fig 1B art antérieur**

2/10

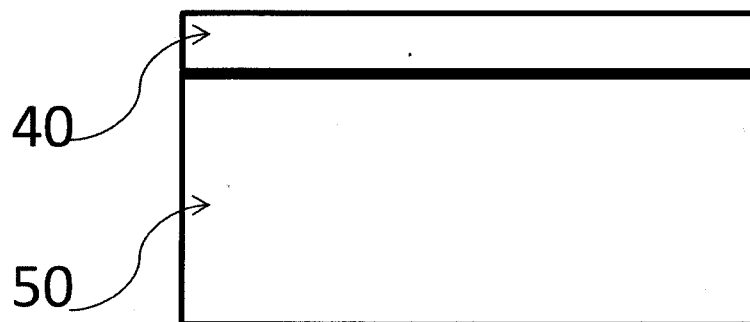


**Fig 1C art antérieur**

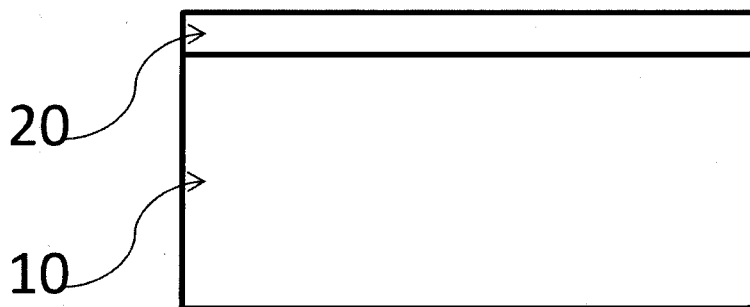


**Fig 1D art antérieur**

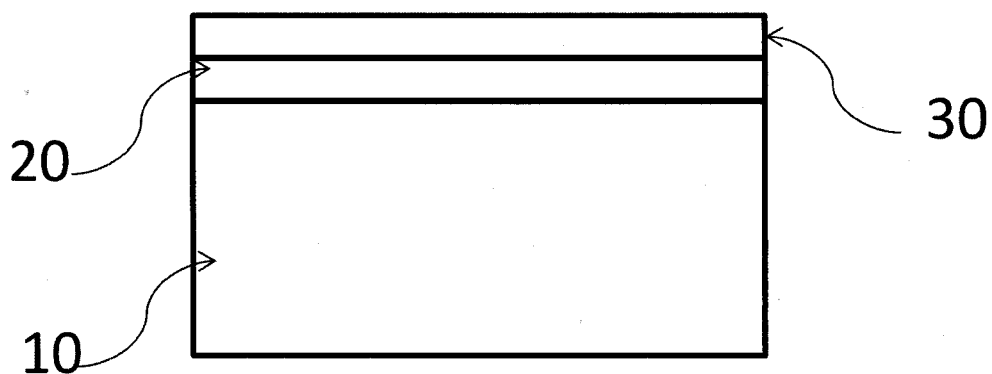
3/10



**Fig 1E art antérieur**



**Fig 2A**



**Fig 2B**

4/10

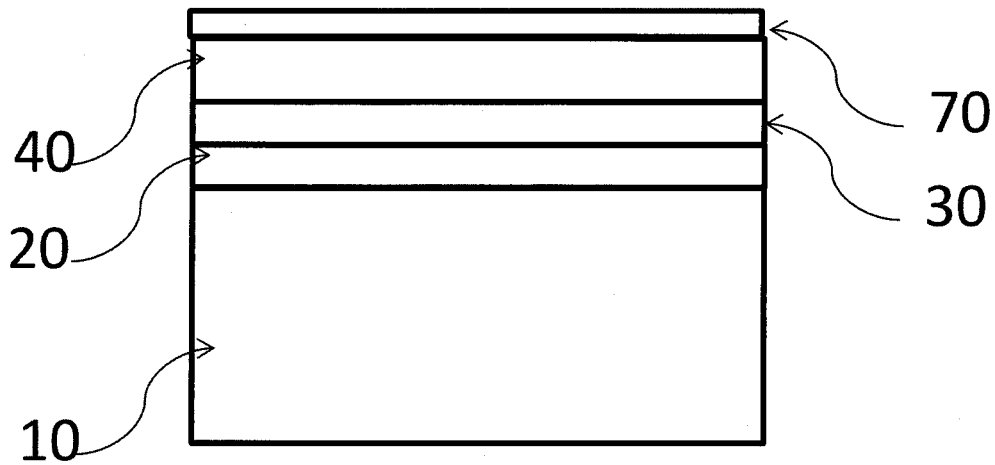


Fig 2C

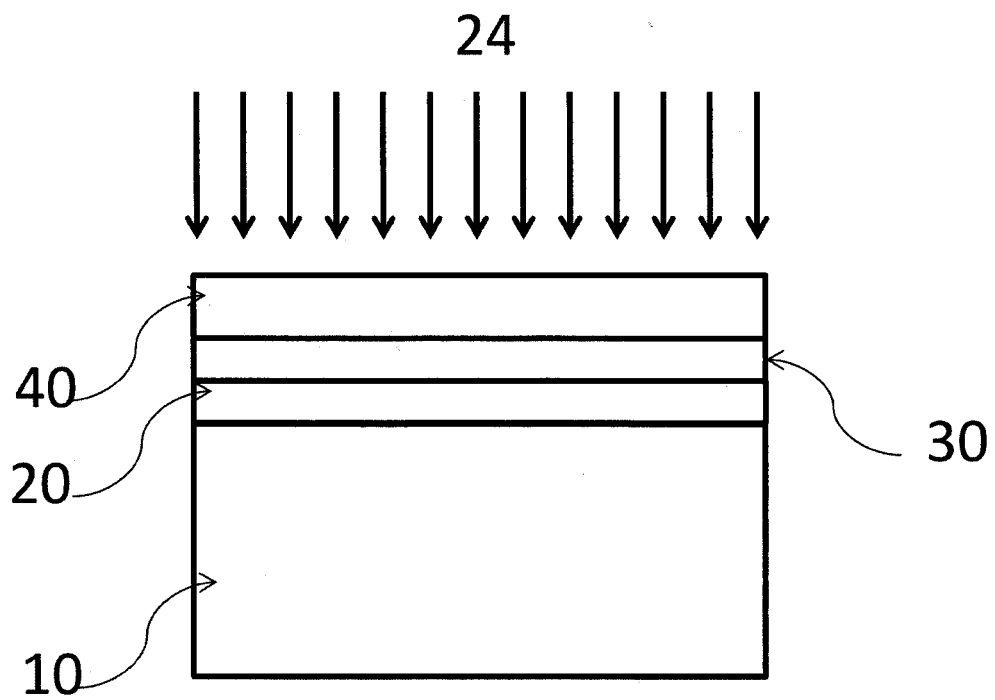


Fig 2D

5/10

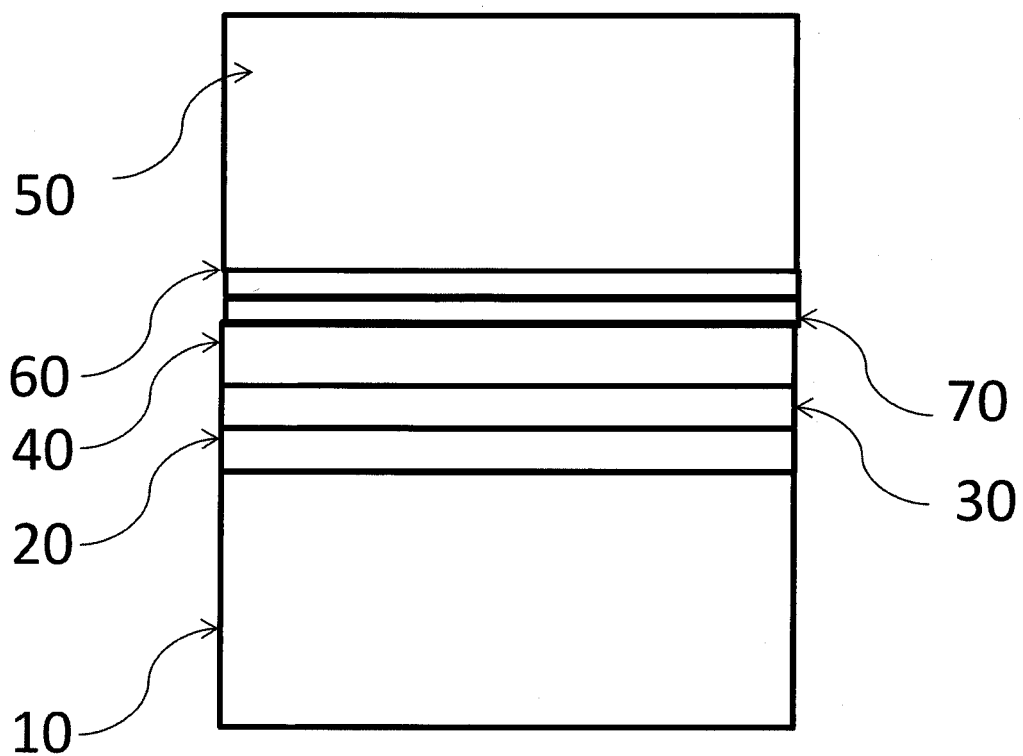


Fig 2E

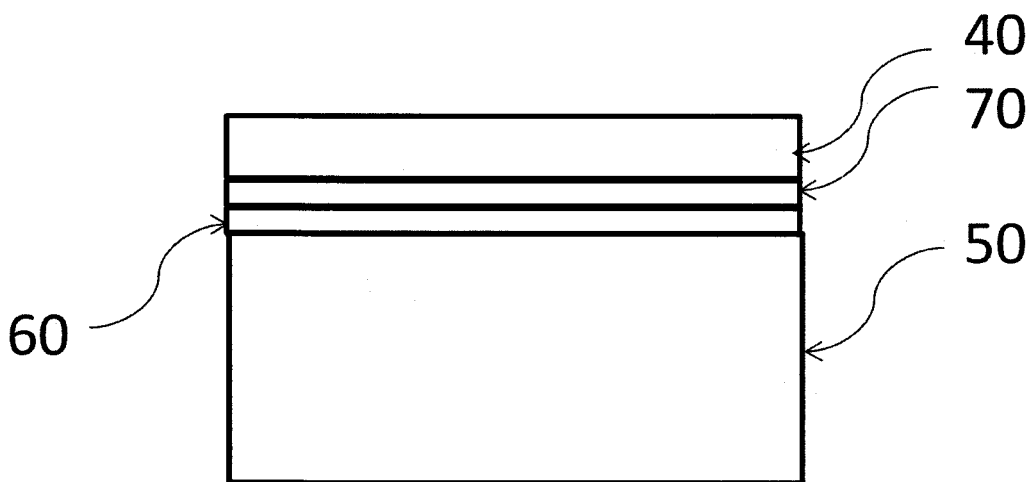
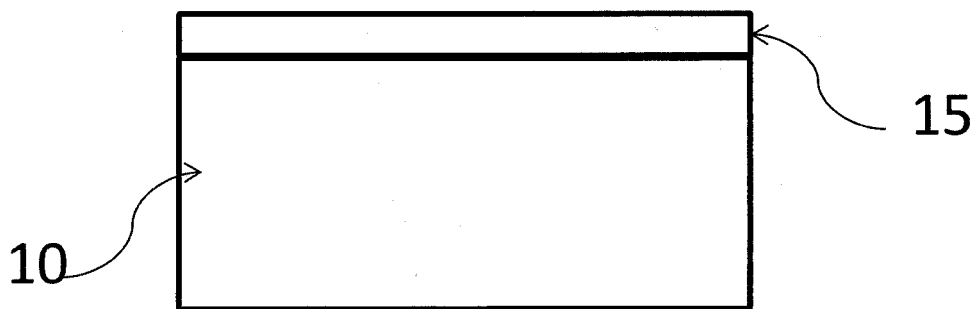
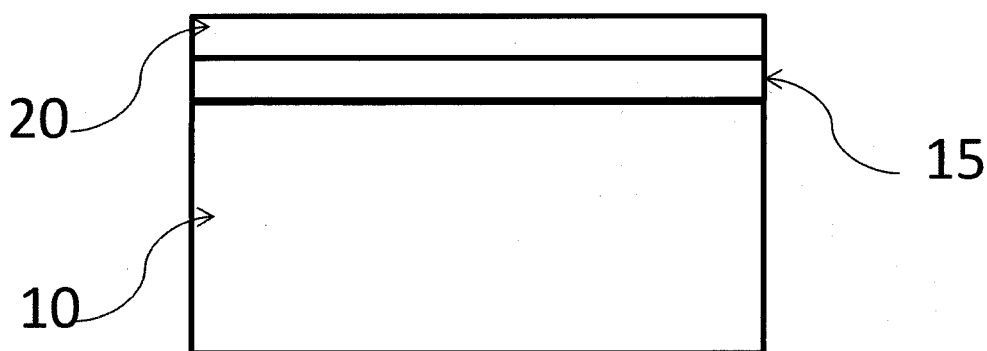


Fig 2F

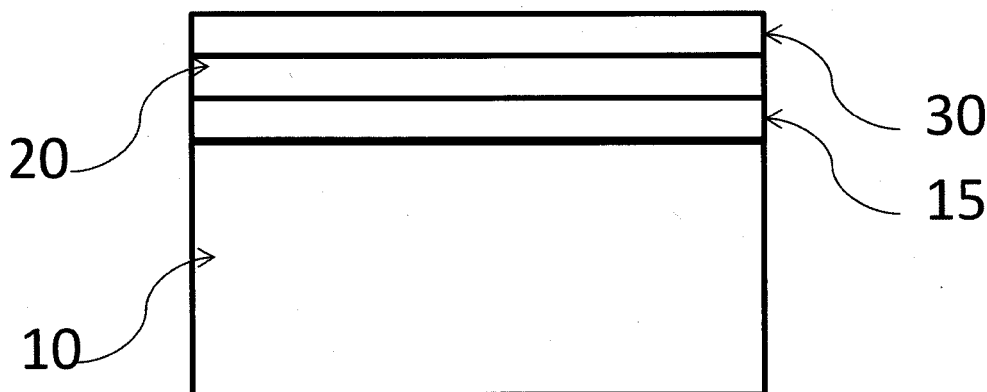
6/10



**Fig 3A**



**Fig 3B**



**Fig 3C**

7/10

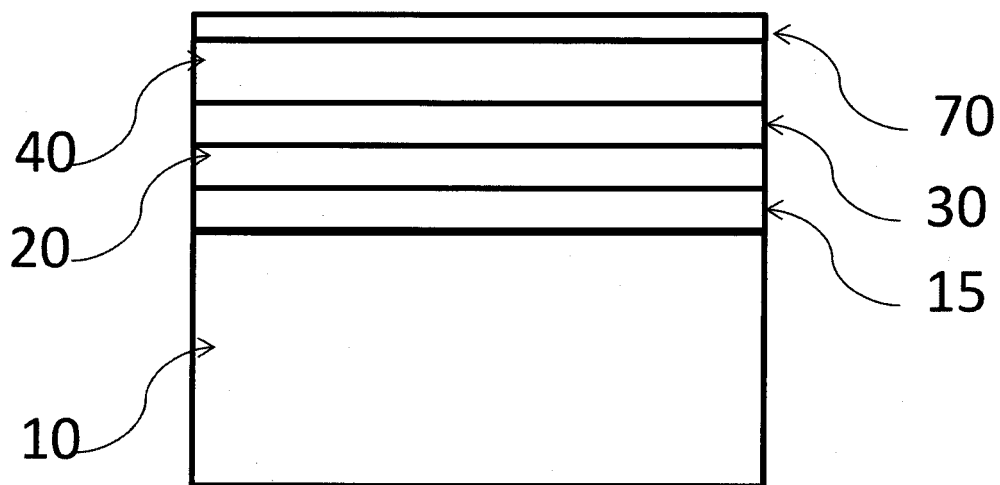


Fig 3D

24

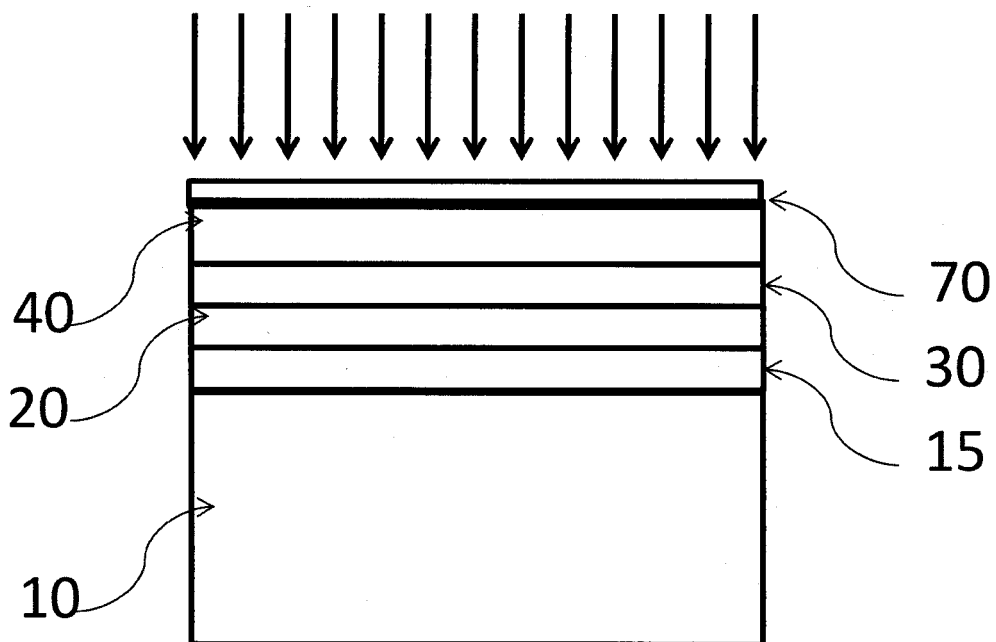
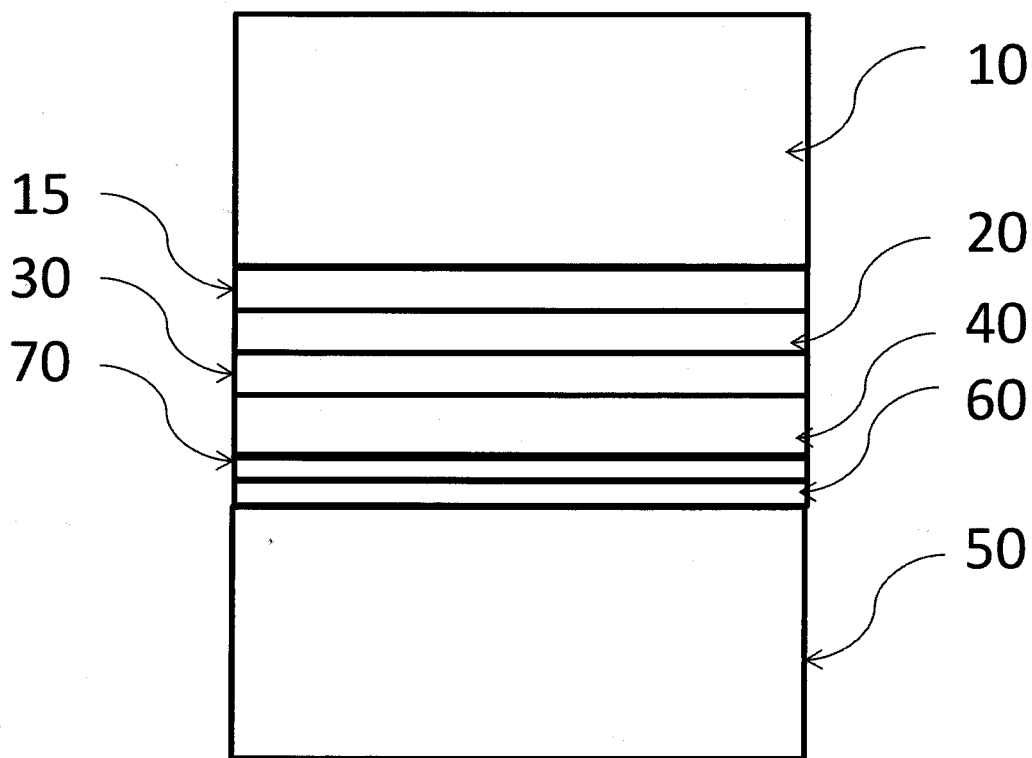
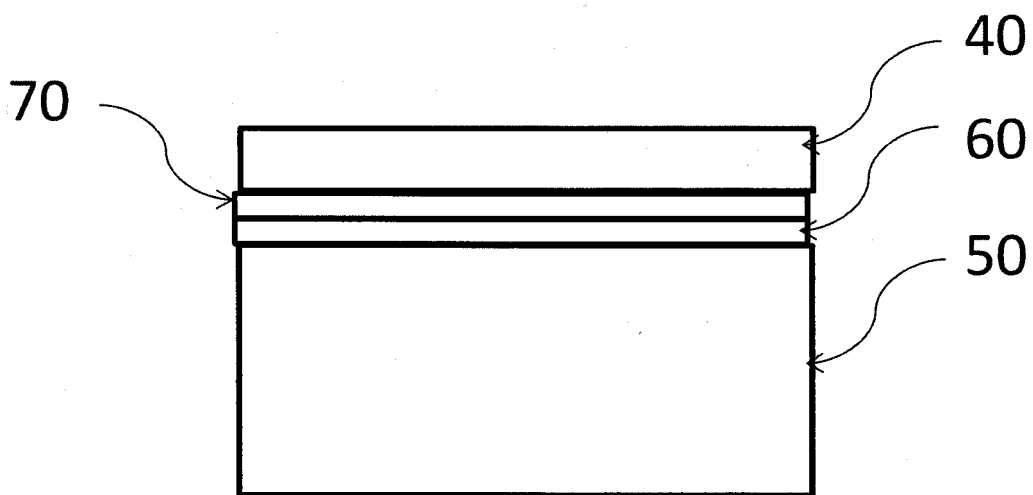


Fig 3E

8/10

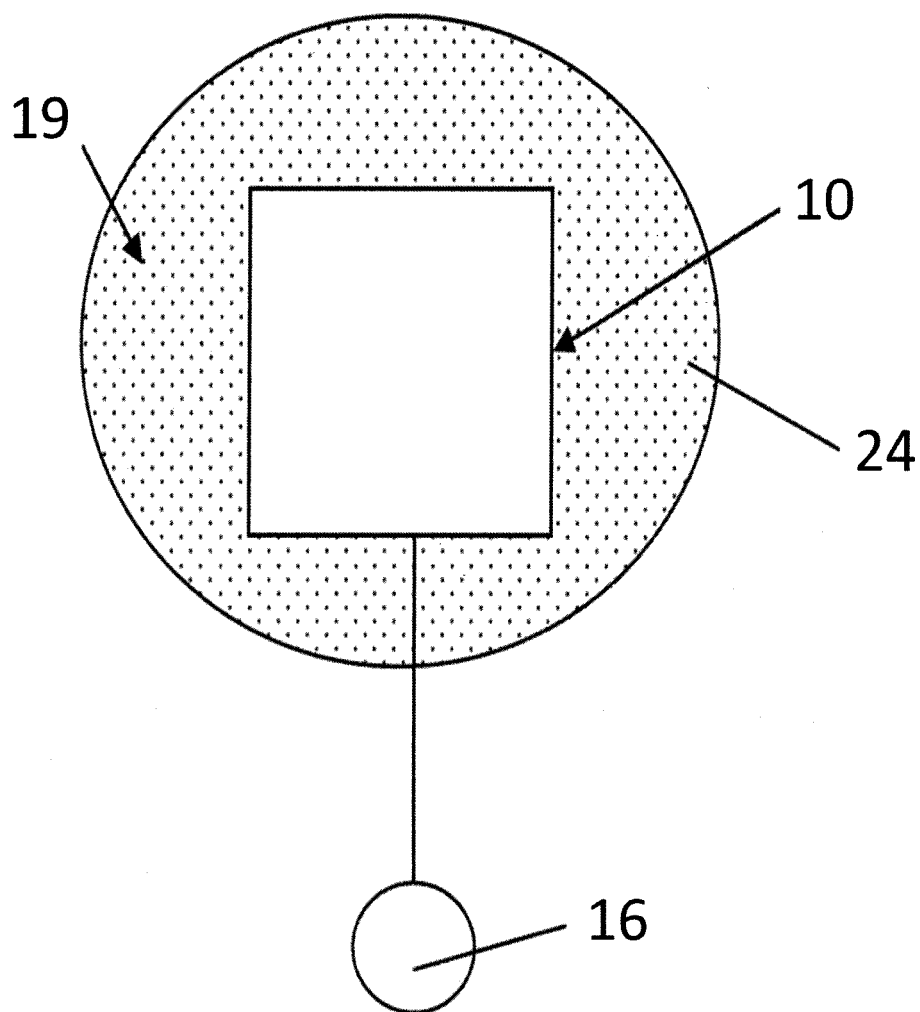


**Fig 3F**



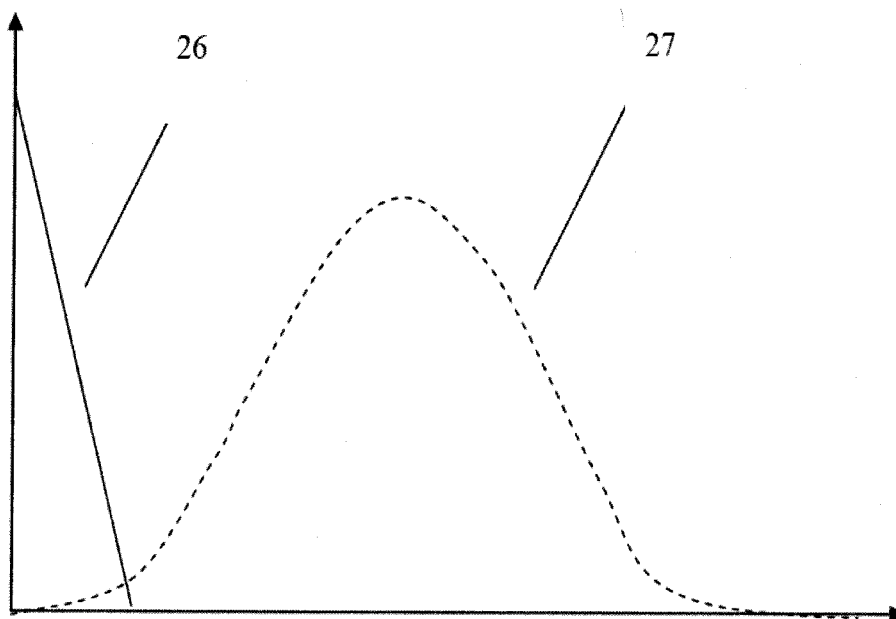
**Fig 3G**

9/10

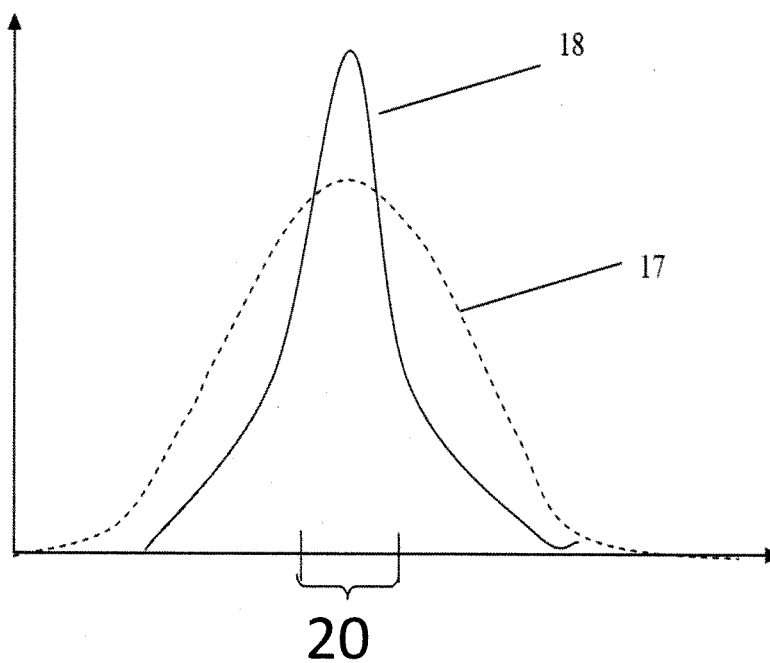


**Fig 4**

10/10



**Fig 5**



**Fig 6**



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 769125  
FR 1202097

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2004/137698 A1 (TARASCHI GIANNI [US] ET AL) 15 juillet 2004 (2004-07-15) * alinéa [0059] - alinéa [0062]; figures 6A-6F *	1-20	H01L21/762 H01L21/98
X	US 5 013 681 A (GODBAY DAVID J [US] ET AL) 7 mai 1991 (1991-05-07) * phrase 8, alinéa 5 - phrase 24, alinéa 9; figures 1-6 *	1,3,4,14,16	
X	US 6 323 108 B1 (KUB FRANCIS J [US] ET AL) 27 novembre 2001 (2001-11-27) * colonne 5, ligne 12 - colonne 8, ligne 9; figure 1 *	1,3,4,14,16	
A	US 2007/128742 A1 (LEE JUNG-IL [KR] ET AL) 7 juin 2007 (2007-06-07) * alinéa [0024] - alinéa [0057]; figures 3-15 *	1-20	
A	EP 1 858 071 A1 (SOITEC SILICON ON INSULATOR [FR]; COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 21 novembre 2007 (2007-11-21) * alinéa [0005] - alinéa [0056]; figures 1-5c *	2,6,7,15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
8 novembre 2012		Hedouin, Mathias	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1202097 FA 769125**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **08-11-2012**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004137698 A1	15-07-2004	AU 2003270040 A1 US 2004137698 A1 WO 2004021420 A2	19-03-2004 15-07-2004 11-03-2004
US 5013681 A	07-05-1991	CA 2066193 A1 EP 0493503 A1 JP 2684455 B2 JP H04506587 A US 5013681 A WO 9105366 A1	30-03-1991 08-07-1992 03-12-1997 12-11-1992 07-05-1991 18-04-1991
US 6323108 B1	27-11-2001	AUCUN	
US 2007128742 A1	07-06-2007	AUCUN	
EP 1858071 A1	21-11-2007	EP 1858071 A1 JP 2007329470 A US 2007284660 A1	21-11-2007 20-12-2007 13-12-2007