PROCEDE DE FABRICATION D'UNE STRUCTURE COMPOSITE

DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une structure composite. L'invention concerne également une structure composite.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

Un procédé de fabrication, illustré à la figure 1, d'une structure composite comprenant de sa face arrière vers sa face avant un substrat support 1, une couche de recouvrement 2, au moins une couche diélectrique 3 et une couche utile 4, et connue de l'état de la technique (voir par exemple le document EP1780794), comprend les étapes suivantes:

a) fournir un substrat donneur 5 et le substrat support 1 ;

b) former au moins la couche diélectrique 3 comprenant :

- une première surface en contact avec le substrat donneur 5,
- une deuxième surface opposée à la première surface,
- une surface périphérique reliant les première et deuxième surfaces entre elles ;

La couche diélectrique 3 présente un contour Cz ;

c) former la couche de recouvrement 2 agencée pour recouvrir la deuxième surface de la couche diélectrique 3 ;

d) former une zone de fragilisation 6 dans le substrat donneur 5 délimitant la couche utile 4 en contact avec la première surface de la couche diélectrique 3 ;

e) assembler le substrat support 1 et le substrat donneur 5, de sorte que le substrat support 1 et la couche de recouvrement 2 soient en contact selon une surface contact 7 présentant un contour Cs ;

f) fracturer le substrat donneur 5 suivant la zone de fragilisation 6.

Par la suite, l'ensemble formé par la couche utile 4, la couche diélectrique 3 et la couche de recouvrement 2 sera désigné par le terme empilement de couches 8.

A l'issue de l'étape f), l'empilement de couches est transféré sur le substrat support 1 pour former la structure composite.

Comme illustré à la figure 2, la structure composite présente une couronne périphérique 9.

Cette couronne périphérique 9 est située dans une zone périphérique du substrat support 1, et dans laquelle, en l'absence d'adhésion suffisant entre le substrat support 1 et le substrat donneur 5, le transfert de l'empilement de couches 8 n'a pas lieu.

Ainsi, une marche est observée à la limite séparant la couronne périphérique de l'empilement de couches transférées.

Par ailleurs, les flans de la couche de recouvrement 2 et de la couche diélectrique 3 sont exposés au niveau de la marche et donc non protégées d'éventuelles attaques chimiques.

Par conséquent, l'attaque chimique peut générer des particules via une délamination de la couche utile 4.

Lorsque seule la couche diélectrique 3 ou la couche de recouvrement 2 est formée, par exemple la couche diélectrique 3, cette marche est également observée. Un fluage de la couche utile 4 est généralement exécuté de sorte à recouvrir, ou à encapsuler la couche diélectrique 3 au niveau de la marche.

Cependant, la Demanderesse a constaté que lorsqu'il a y une couche de recouvrement 2 et au moins une couche de diélectrique 3, l'étape de fracture en bord de substrat est atypique. La figure 3 montre ainsi les marches obtenues sur un tel substrat après l'étape f) de fracture.

En présence de plusieurs couches intermédiaires, l'étape de fracture ne conduit pas à une marche unique, mais au contraire à plusieurs marches. Il semble en effet que la fracture se propage en périphérie de substrat, non

pas suivant la zone de fragilisation, mais au niveau de l'interface entre la couche diélectrique 3 et la couche de recouvrement 2.

Donc, le principal inconvénient de ce procédé de fabrication est qu'il conduit à une fracture atypique en bord de substrat.

Ceci est notamment le cas lorsque la structure composite comprend de sa face arrière vers sa face avant un substrat de silicium, une couche dioxyde de silicium, une couche de nitrure de silicium, une couche de dioxyde de silicium et une couche de silicium.

Par ailleurs, la présence de plusieurs marches rend impossible le fluage par traitement thermique de la couche utile 4 de sorte à protéger la couche de recouvrement 2 et la couche diélectrique 3 au niveau de la marche.

En effet, lors d'un traitement thermique, un démouillage de la couche utile 4, plutôt qu'un fluage, est observé.

Un but de l'invention est donc de proposer un procédé de fabrication d'un substrat composite qui permette d'exécuter une étape de fluage de la couche utile 4 de sorte à recouvrir la surface exposée de la couche de recouvrement 2 et de la couche diélectrique 3 au niveau de la marche.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités, et concerne un procédé de fabrication d'une structure composite comprenant de sa face arrière vers sa face avant un substrat support, une couche de recouvrement, au moins une couche diélectrique et une couche utile, ledit procédé comprenant les étapes suivantes:

a) fournir un substrat donneur et le substrat support ;

b) former au moins la couche diélectrique comprenant :

- une première surface en contact avec le substrat donneur,
- une deuxième surface opposée à la première surface,
- une surface périphérique reliant les première et deuxième surfaces entre elles ;

La couche diélectrique présente un contour ;

c) former la couche de recouvrement agencée pour recouvrir la deuxième surface de la couche diélectrique ;

d) former une zone de fragilisation dans le substrat donneur délimitant la couche utile en contact avec la première surface de la couche diélectrique ;

e) assembler le substrat support et le substrat donneur, de sorte que le substrat support et la couche de recouvrement soient en contact selon une surface contact présentant un contour ;

f) fracturer le substrat donneur suivant la zone de fragilisation

ledit procédé étant remarquable en ce que les étapes b) et e) sont exécutées de sorte que le contour de la couche diélectrique soit inscrit dans le contour de la surface contact, et l'étape c) est exécutée de sorte que la couche de recouvrement recouvre la surface périphérique de la couche diélectrique.

Ainsi, après l'étape de transfert f), l'empilement de couches est transféré sur le substrat support.

L'empilement de couches transférées comprend une portion centrale et une portion périphérique.

La portion centrale de l'empilement comprend la couche utile, la couche diélectrique et la couche de recouvrement.

La portion périphérique comprend uniquement la couche utile et la couche de recouvrement.

On observe alors, qu'une simple marche est obtenue. La portion périphérique correspond au transfert d'un empilement comprenant une seule couche intermédiaire.

Ainsi, l'étape de fracture conduit à une marche unique au niveau de la couronne périphérique.

Par conséquent, la structure composite obtenue permet le fluage de la couche utile, par exécution d'un traitement thermique par exemple, de sorte à encapsuler la couche de recouvrement, notamment au niveau de la marche unique.

Selon un mode de mise en œuvre, le substrat support comprend :

- une surface supérieure sur laquelle sont transférées la couche de recouvrement, la couche diélectrique et la couche utile ;
- une surface inférieure opposée à la surface supérieure ;
- une zone périphérique reliant la surface inférieure et la surface supérieure ;

le contour de la surface contact et la zone périphérique du substrat support délimitent une surface essentiellement annulaire de largeur L, et, les étapes b) et e) sont exécutées de sorte que le contour de la couche diélectrique et la zone périphérique du substrat support délimitent une surface essentiellement annulaire d'une largeur comprise entre 105 et 150%, de préférence entre 110 et 140%, encore plus préférentiellement entre 115 et 130%, de la largeur L.

Selon un mode de mise en œuvre, la couche diélectrique est formée en deux étapes b1) et b2) :

b1) dépôt d'une couche de matériau diélectrique sur le substrat donneur ;

b2) retrait partiel de la couche de matériau diélectrique de sorte que la couche de matériau diélectrique résiduelle forme la couche diélectrique.

Selon un mode de mise en œuvre, la couche diélectrique comprend du nitrure de silicium, d'une épaisseur comprise entre 10 et 80 nm.

Selon un mode de mise en œuvre, la couche de recouvrement comprend du dioxyde de silicium, d'une épaisseur supérieure à 80 nm.

Selon un mode de mise en œuvre, le substrat donneur comprend au moins un des matériaux suivant : silicium, germanium, alliage de silicium germanium.

Selon un mode de mise en œuvre, l'étape f) est suivie d'une étape de traitement thermique destinée à encapsuler la couche de recouvrement et la couche diélectrique avec la couche utile.

Selon un mode de mise en œuvre, le substrat donneur comprend une couche additionnelle, la couche additionnelle étant en contact avec la couche diélectrique, la couche additionnelle ayant la même composition chimique que la couche de recouvrement.

Selon un mode de mise en œuvre, le substrat donneur comprend du silicium, la couche additionnelle comprend du dioxyde de silicium, la couche diélectrique comprend du nitrure de silicium, et la couche de recouvrement comprend du dioxyde de silicium.

L'invention concerne également une structure composite comprenant de sa face arrière vers sa face avant un substrat support, une couche de recouvrement, au moins une couche diélectrique et une couche utile, la couche diélectrique présentant :

- une première surface en contact avec la couche utile ;
- une seconde surface en contact avec la couche de recouvrement ;
- une surface périphérique reliant la première surface et la seconde surface,

ladite structure composite étant remarquable en ce que la couche de recouvrement recouvre dans son intégralité la surface périphérique de la couche diélectrique, de sorte que la couche utile et la couche de recouvrement encapsulent la couche diélectrique.

L'empilement de couche transférée comprend une portion centrale et une portion périphérique.

La portion centrale de l'empilement comprend la couche utile, la couche diélectrique et la couche de recouvrement.

La portion périphérique comprend uniquement la couche utile et la couche de recouvrement.

Ainsi, une simple marche est observée et la portion périphérique correspond à un empilement comprenant une seule couche intermédiaire.

Par conséquent, la structure composite obtenue permet le fluage de la couche utile, par exécution d'un traitement thermique par exemple, de sorte à encapsuler la couche de recouvrement au niveau de la marche unique.

Selon un mode de réalisation, la couche utile comprend au moins un des matériaux suivants : silicium, germanium, alliage de silicium germanium.

Selon un mode de réalisation, la couche utile comprend un matériau monocristallin.

Selon un mode de réalisation, la couche de recouvrement comprend du dioxyde de silicium.

Selon un mode de réalisation, la couche diélectrique comprend du nitrure de silicium.

Selon un mode de réalisation, la couche de recouvrement présente :

-une première surface en contact avec le substrat support,

- une seconde surface en contact avec la couche diélectrique,

- une surface périphérique reliant les première et seconde surfaces de la couche de recouvrement,

la couche utile recouvrant la surface périphérique de la couche de recouvrement.

Selon un mode de réalisation, une couche additionnelle est intercalée entre la couche utile et la couche diélectrique, la couche additionnelle ayant la même composition chimique que la couche de recouvrement.

Selon un mode de réalisation, la couche utile comprend du silicium monocristallin, la couche additionnelle comprend du dioxyde de silicium thermique, la couche diélectrique comprend du nitrure de silicium, et la couche de recouvrement comprend du dioxyde de silicium.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

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

- La figure 1 est une représentation schématique d'un procédé de fabrication selon les techniques connues de l'art antérieur ;
- La figure 2 est une vue de la face avant d'une structure composite obtenue par un procédé de fabrication selon les techniques connues de l'art antérieur ;

- La figure 3 est une vue en coupe d'un substrat utilisé dans une procédé de fabrication selon les techniques connue de l'art antérieur ;
- Les figures 4a et 4b sont une représentation schématique d'un premier mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 5 est une vue en coupe transversale d'une structure composite obtenue par un procédé fabrication selon l'invention et ayant subi un traitement d'encapsulation ;
- Les figures 6a et 6b sont une représentation schématique d'un deuxième mode de réalisation de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION 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, illustré aux figures 4a et 4b, est un procédé de fabrication d'une structure composite comprenant de sa face arrière vers sa face avant un substrat support 10, une couche de recouvrement 20, au moins une couche diélectrique 30 et une couche utile 40, ledit procédé comprenant les étapes suivantes:

a) fournir un substrat donneur 50 et le substrat support 10 ;

b) former au moins la couche diélectrique 30 comprenant :

- une première surface en contact avec le substrat donneur,
- une deuxième surface opposée à la première surface,
- une surface périphérique reliant les première et deuxième surfaces entre elles ;

La couche diélectrique 30 présente un contour Cz ;

c) former la couche de recouvrement 20 agencée pour recouvrir la deuxième surface de la couche diélectrique 30 ;

d) former une zone de fragilisation 60 dans le substrat donneur 50 délimitant la couche utile 40 en contact avec la première surface de la couche diélectrique 30 ;

e) assembler le substrat support 10 et le substrat donneur 50, de sorte que le substrat support 10 et la couche de recouvrement 20 soit en contact selon une surface contact 70 présentant un contour Cs ;

f) fracturer le substrat donneur 50 suivant la zone de fragilisation 60

les étapes b) et e) sont exécutées de sorte que le contour Cz de la couche diélectrique 30 soit inscrit dans le contour Cs de la surface contact 70, et l'étape c) est exécutée de sorte que la couche de recouvrement 20 recouvre la surface périphérique de la couche diélectrique 30.

Préalablement à la mise en œuvre du procédé de fabrication selon l'invention, une étape de détermination du contour Cs de la surface contact peut être exécutée.

Cette étape de détermination est particulièrement avantageuse lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre le procédé pour la fabrication d'une pluralité de structures composites.

En effet, dans le cadre de la fabrication d'une pluralité de structures composites, une pluralité de substrats donneurs 50 et une pluralité de substrats supports 10 sont choisis de sorte que le contour Cs de la surface contact soit sensiblement équivalent, voir identique, d'une structure composite à l'autre.

Les substrats donneurs 50 de la pluralité de substrats donneurs 50 sont alors choisis de sorte à présenter des caractéristiques géométriques sensiblement équivalentes voir égales.

Les substrats supports 10 de la pluralité de substrats supports 10 sont alors choisis de sorte à présenter des caractéristiques géométriques sensiblement équivalentes voir égales.

Par caractéristiques géométriques d'un substrat, on entend, de manière non limitative, son épaisseur en tout point de sa surface, sa variation d'épaisseur, sa forme.

Ainsi, il suffit de déterminer le contour Cs pour la fabrication d'une structure et d'appliquer le résultat à la fabrication d'une pluralité de structures composites.

La détermination du contour Cs peut comprendre les étapes suivantes :

- assembler un substrat support 10 et un substrat donneur 50 ;
- utilisation d'un microscope acoustique à balayage (« Scanning Acoustic Microscope » selon la terminologie Anglaise) afin d'obtenir une image du contour Cs de la surface contact 70.

Une autre solution serait de réaliser le procédé de fabrication d'une structure composite en omettant la formation de la couche diélectrique 30, et de mesurer en tous points du bord du substrat support la largeur de la couronne périphérique.

L'apparition de la couronne périphérique sur la structure composite est délimitée par le bord du substrat support et le contour Cs de la surface contact 70. La détermination du contour Cs est alors directe.

Par exemple, la Demanderesse a constaté que la fabrication d'une structure composite comportant une couche de recouvrement 20 conduit à la formation d'une couronne périphérique d'une largeur de 0.8 mm.

De manière particulièrement avantageuse, le substrat support (10) comprend :

- une surface supérieure sur laquelle sont transférées la couche de recouvrement (20), la couche diélectrique (30) et la couche utile (40) ;
- une surface inférieure opposée à la surface supérieure ;
- une zone périphérique reliant la surface inférieure et la surface supérieure ;

le contour (Cs) de la surface contact (70) et la zone périphérique du substrat support (10) délimitent une surface essentiellement annulaire de largeur L, et, les étapes b) et e) sont exécutées de sorte que le contour (Cz) de la couche diélectrique (30) et la zone périphérique du substrat support (10) délimitent une surface essentiellement annulaire d'une largeur comprise

entre 105 et 150%, de préférence entre 110 et 140%, encore plus préférentiellement entre 115 et 130%, de la largeur L.

Ainsi, dans le cadre d'un procédé de fabrication d'une pluralité de structures composites, la pluralité de substrats donneurs 50 et la pluralité de substrats supports 10 peuvent présenter une certaine dispersion de leurs caractéristiques géométriques.

Le substrat donneur 10 fourni à l'étape a) peut comprendre un des matériaux choisi parmi : le silicium, silicium germanium, germanium.

Le substrat support 30 fourni à l'étape a) peut être constitué de tous les matériaux utilisés habituellement dans l'industrie de la micro-électronique, de l'optique, l'optoélectronique et le photovoltaïque.

Notamment, le substrat support 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.

Au moins une couche diélectrique 30 est formée sur le substrat donneur.

Une couche de recouvrement 20 est formée en recouvrement de la couche diélectrique 30.

La formation de la couche de recouvrement 20 et de la couche diélectrique 30 sera détaillée par la suite lors de la description des différents modes de réalisation

Ensuite, une étape d) de formation d'une zone de fragilisation 60 dans le substrat donneur 50 est exécutée.

La zone de fragilisation 60 délimite, dans le substrat donneur 50, une couche utile 40, la couche utile étant en contact avec la couche diélectrique 30.

La couche utile 40 est destinée à être transférée sur le substrat support 10.

La zone de fragilisation 60 peut être créée par implantation d'espèces atomiques dans le substrat donneur 50.

Par espèces atomiques, on entend des espèces atomiques, moléculaires ou ioniques.

Les espèces introduites peuvent comprendre au moins une des espèces suivantes : hydrogène, hélium.

L'hydrogène peut être introduit avec une énergie comprise entre 10 et 210keV, et une dose comprise entre $7x10^{15}$ et $1x10^{17}$at/cm².

L'étape e) d'assemblage peut être une étape de collage moléculaire.

L'étape f) de fracture peut avantageusement être un recuit thermique exécuté à une température comprise entre 300 et 600 °C.

A l'issue de l'étape f), la structure composite est obtenue.

La structure composite comprend de sa face avant vers sa face arrière la couche utile 40, la couche diélectrique 30, la couche de recouvrement 20, et le substrat support 10.

Premier mode de réalisation

Le premier mode de réalisation est illustré aux figures 4a et 4b.

Formation de la couche diélectrique 30.

La couche diélectrique 30 peut être formée en deux étapes :

b1) formation d'une couche de matériau diélectrique du substrat donneur 10 ;

b2) retrait partiel de la couche de matériau diélectrique de sorte que la couche de matériau diélectrique résiduelle forme la couche diélectrique 20.

L'étape b1) peut être une technique de dépôt en phase vapeur, de dépôt en phase vapeur à basse pression, ou encore de dépôt en phase vapeur assistée par plasma sur le substrat donneur 50. Il peut s'agir également d'une technique de traitement thermique dans une atmosphère choisie (nitruration, oxydation, ...).

L'épaisseur de la couche de matériau diélectrique peut être comprise entre 10 nm et 80 nm, par exemple 50 nm.

L'étape b1) est alors suivie d'une étape b2) qui comprend un retrait partiel de la couche de matériau diélectrique. Le retrait partiel est exécuté de sorte que la portion de couche de matériau diélectrique restant ou résiduelle constitue la couche diélectrique 30.

Dit autrement, le retrait partiel de la couche de matériau diélectrique est exécuté sur une surface périphérique du substrat donneur 50 délimitée par le bord du substrat donneur 50 et le contour Cz.

Ainsi, la portion de couche de matériau diélectrique résiduelle forme la couche diélectrique 30.

La surface périphérique du substrat donneur 50 peut avoir la forme d'une surface annulaire.

L'étape b2) peut, avantageusement, être exécutée par une solution de gravure chimique.

De manière particulièrement avantageuse, plusieurs couches diélectriques 30 peuvent être formées successivement.

Par exemple, une couche diélectrique 30 comprenant du nitrure de silicium, et une autre couche diélectrique 30 comprenant du dioxyde de silicium.

Dans le cas d'une couche diélectrique 30 comprenant du nitrure de silicium (Si_3N_4), la solution de gravure chimique peut être une solution d'acide phosphorique (H_3PO_4) chauffée à une température supérieure à 50°C.

La solution de gravure chimique peut être distribuée par une buse sur le bord du substrat donneur 50 en rotation, de sorte à ne graver la couche diélectrique 30 que sur la surface périphérique du substrat donneur 50 délimitée par le bord du substrat donneur 10 et le contour Cz.

Formation de la couche de recouvrement 20.

La couche de recouvrement 30 peut être formée par une technique de dépôt en phase vapeur, de dépôt en phase vapeur à basse pression, ou encore de dépôt en phase vapeur assistée par plasma.

La couche de recouvrement recouvre dans leur intégralité la deuxième surface et la surface périphérique de la couche diélectrique 30.

La couche de recouvrement 20 peut comprendre un matériau, différent du matériaux de la couche diélectrique 30, sélectionné parmi les matériaux suivants : oxyde de silicium, le nitrure de silicium ou oxynitrure, le nitrure d'aluminium, l'oxyde d'aluminium, le silicium polycristallin, le silicium amorphe.

De manière particulièrement avantageuse, la couche de recouvrement 20 comprend de l'oxyde de silicium et son épaisseur est supérieure à 80 nm, par exemple 100 nm.

A l'issue de l'étape f), la structure composite est obtenue.

La structure composite comprend de sa face arrière vers sa face avant un substrat support 10, une couche de recouvrement 20, au moins une couche diélectrique 30 et une couche utile 40, la couche diélectrique 30 présentant :

- une première surface en contact avec la couche utile 40 ;
- une seconde surface en contact avec la couche de recouvrement 20 ;
- une surface périphérique reliant la première surface et la seconde surface,

la couche de recouvrement 20 recouvre dans son intégralité la surface périphérique de la couche diélectrique 30, de sorte que la couche utile 40 et la couche de recouvrement 20 encapsulent la couche diélectrique 30.

Ainsi, après l'étape de transfert, la couche diélectrique 30 de contour Cz se trouve à l'aplomb d'une surface centrale 80, de contour Cp, du substrat support 10.

Ainsi la surface délimitée par le contour Cs de la surface contact 70 et le contour Cp de la surface centrale 80 est en regard d'un empilement de couches ne comprenant que la couche utile 40 et la couche de recouvrement 20.

Par ailleurs, la surface centrale 80 du substrat support 10 est en regard d'un empilement de couches comprenant la couche utile 40, la couche diélectrique 30 et la couche de recouvrement 20.

Ainsi, une marche unique est observée en bord de substrat.

Par conséquent, l'observation d'une marche unique permet d'encapsuler la couche de recouvrement 20 et la couche diélectrique 30 avec la couche utile 40. L'encapsulation est exécutée par un traitement thermique, sans observer de démouillage de la couche utile 40 tel qu'illustré à la figure 5.

A cet égard, l'homme du métier trouvera une description technique d'encapsulation de couche d'isolant par la couche utile 40 dans la demande publiée FR2852143 A1 (E.NEYRET) 11 septembre 2005 (11.10.2005) page 10 lignes 3 – 28.

Dans une configuration particulière de ce premier mode de réalisation, la couche de recouvrement 20 est en silicium polycristallin ou en silicium amorphe, et son épaisseur est comprise entre quelques nm et quelques millers de nm, comme par exemple 2000nm. La couche de diélectrique 30 est en oxyde de silicium, et la couche utile 40 est en silicium. Ainsi, une structure composite de silicium sur isolant présentant une couche enterrée de silicium polycristallin ou de silicium amorphe sous la couche d'isolant est formée. Ce type de structure composite est particulièrement adapté pour la fabrication de dispositifs semi-conducteurs trouvant des applications dans le domaine des radiofréquences.

Deuxième mode de réalisation

Le deuxième mode de réalisation, illustré aux figures 6a et 6b, diffère du premier mode de réalisation en ce que le substrat donneur 50 comprend une couche additionnelle 90, la couche additionnelle 90 étant en contact avec la couche diélectrique 30, la couche additionnelle 90 ayant la même composition chimique que la couche de recouvrement 20.

Par exemple, la couche additionnelle 90 et la couche de recouvrement 20 comprennent de l'oxyde de silicium.

La couche additionnelle 90 est formée directement sur le substrat donneur 50, avant la couche diélectrique 30.

La couche additionnelle 90 peut comprendre un matériau, différent du matériaux de la couche de diélectrique 30, sélectionnée parmi les matériaux suivants : oxyde de silicium, le nitrure de silicium ou oxynitrure, le nitrure d'aluminium, l'oxyde d'aluminium, le silicium polycristallin, le silicium amorphe.

De manière avantageuse, la couche additionnelle 90 est en oxyde de silicium et son l'épaisseur est comprise entre 2 et 20nm, par exemple 7 nm.

Lorsque le substrat donneur 50 est en silicium, la couche additionnelle 90 en oxyde de silicium peut être obtenu par oxydation thermique de ce substrat donneur, et donc former une couche additionnelle 90 en dioxyde de silicium thermique.

A l'issue de l'étape f), la structure composite est obtenue.

La structure composite comprend de sa face avant vers sa face arrière une couche utile 40, une couche additionnelle 90, une couche diélectrique 30, une couche de recouvrement 20 et un substrat support 10.

Ainsi, après l'étape de transfert, la couche diélectrique 30 de contour Cz se trouve à l'aplomb d'une surface centrale 80 et de contour Cp du substrat support 10.

Ainsi, la surface délimitée par le contour Cs de la surface contact 70 et le contour Cp de la surface centrale 80 est en regard d'un empilement de couches ne comprenant que la couche utile 40, la couche additionnelle 90, et la couche de recouvrement 20.

Par ailleurs, la surface centrale 80 du substrat support 10 est en regard d'un empilement de couches comprenant la couche utile 40, la couche diélectrique 30 et la couche de recouvrement 20.

La couche de recouvrement 20 et la couche additionnelle 90 ayant la même composition chimique, leur empilement est alors associé à une seule couche de matériau diélectrique.

Ainsi, une marche unique est observée en bord de substrat.

Par conséquent, l'observation d'une marche unique permet d'encapsuler la couche de recouvrement 20, la couche diélectrique 30, et la couche additionnelle 90 avec la couche utile 40. L'encapsulation est exécutée par un traitement thermique, sans observer de démouillage de la couche utile 40.

La couche additionnelle 90 comprend avantageusement du dioxyde de silicium. Ainsi, une structure composite communément appelé SOI ONO (silicium sur dioxyde de silicium, sur nitrure de silicium, et sur dioxyde de silicium) est formée.

Ainsi l'invention est avantageusement mise en œuvre pour la réalisation des substrats composites SOI ONO ou pour la réalisation de substrats SOI pour des applications radiofréquences.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une structure composite comprenant de sa face arrière vers sa face avant un substrat support (10), une couche de recouvrement (20), au moins une couche diélectrique (30) et une couche utile (40), ledit procédé comprenant les étapes suivantes:

a) fournir un substrat donneur (50) et le substrat support (10) ;

b) former au moins la couche diélectrique (30) comprenant :

- une première surface en contact avec le substrat donneur,
- une deuxième surface opposée à la première surface,
- une surface périphérique reliant les première et deuxième surfaces entre elles ;

La couche diélectrique (30) présente un contour (Cz) ;

c) former la couche de recouvrement (20) agencée pour recouvrir la deuxième surface de la couche diélectrique (30) ;

d) former une zone de fragilisation (60) dans le substrat donneur (50) délimitant la couche utile (40) en contact avec la première surface de la couche diélectrique (30) ;

e) assembler le substrat support (10) et le substrat donneur (50), de sorte que le substrat support (10) et la couche de recouvrement (20) soient en contact selon une surface contact (70) présentant un contour (Cs) ;

f) fracturer le substrat donneur (50) suivant la zone de fragilisation (60)

ledit procédé étant caractérisé en ce que les étapes b) et e) sont exécutées de sorte que le contour (Cz) de la couche diélectrique (30) soit inscrit dans le contour (Cs) de la surface contact (70), et l'étape c) est exécutée de sorte que la couche de recouvrement (20) recouvre la surface périphérique de la couche diélectrique (30).

2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, dans lequel le substrat support (10) comprend :

- une surface supérieure sur laquelle sont transférées la couche de recouvrement (20), la couche diélectrique (30) et la couche utile (40) ;

- une surface inférieure opposée à la surface supérieure ;
- une zone périphérique reliant la surface inférieure et la surface supérieure ;

le contour (Cs) de la surface contact (70) et la zone périphérique du substrat support (10) délimitent une surface essentiellement annulaire de largeur L, et, les étapes b) et e) sont exécutées de sorte que le contour (Cz) de la couche diélectrique (30) et la zone périphérique du substrat support (10) délimitent une surface essentiellement annulaire d'une largeur comprise entre 105 et 150%, de préférence entre 110 et 140%, encore plus préférentiellement entre 115 et 130%, de la largeur L.

3. Procédé de fabrication selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la couche diélectrique (30) étant formée en deux étapes b1) et b2) :

b1) formation d'une couche de matériau diélectrique sur le substrat donneur (10) ;

b2) retrait partiel de la couche de matériau diélectrique de sorte que la couche de matériau diélectrique résiduelle forme la couche diélectrique (20).

4. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la couche diélectrique (30) comprend du nitrure de silicium, d'une épaisseur comprise entre 10 et 80 nm et dans lequel la couche de recouvrement (20) comprend du dioxyde de silicium, d'une épaisseur supérieure à 80 nm.

5. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la couche diélectrique (30) comprend de l'oxyde de silicium, et dans lequel la couche de recouvrement (20) comprend du silicium polycristallin ou du silicium amorphe.

6. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le substrat donneur (50) comprend au moins un des matériaux suivant : silicium, germanium, alliage de silicium germanium.

7. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel l'étape f) est suivie d'une étape de traitement thermique destinée à encapsuler la couche de recouvrement (20) et la couche diélectrique (30) avec la couche utile (40).

8. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le substrat donneur (50) comprend une couche additionnelle (90), la couche additionnelle (90) étant en contact avec la couche diélectrique (30), la couche additionnelle (90) ayant la même composition chimique que la couche de recouvrement (20).

9. Procédé de fabrication selon la revendication 8, dans lequel le substrat donneur (50) comprend du silicium, la couche additionnelle (90) comprend du dioxyde de silicium, la couche diélectrique (30) comprend du nitrure de silicium, et la couche de recouvrement (20) comprend du dioxyde de silicium.

10. Structure composite comprenant de sa face arrière vers sa face avant un substrat support (10), une couche de recouvrement (20), au moins une couche diélectrique (30) et une couche utile (40), la couche diélectrique (30) présentant :

- une première surface en contact avec la couche utile (40) ;
- une seconde surface en contact avec la couche de recouvrement (20) ;
- une surface périphérique reliant la première surface et la seconde surface,

ladite structure composite étant caractérisée en ce que la couche de recouvrement (20) recouvre dans son intégralité la surface périphérique de la couche diélectrique (30), de sorte que la couche utile (40) et la couche de recouvrement (20) encapsulent la couche diélectrique (30).

11. Structure composite selon la revendication 10, dans laquelle la couche utile (40) comprend au moins un des matériaux suivants : silicium, germanium, alliage de silicium germanium.

12. Structure composite selon la revendication 10 ou 11, dans laquelle la couche utile (40) comprend un matériau monocristallin.

13. Structure composite selon l'une des revendications 10 à 12, dans laquelle la couche de recouvrement (20) comprend du dioxyde de silicium et dans laquelle la couche diélectrique (30) comprend du nitrure de silicium.

14. Structure composite selon l'une des revendications 10 à 12, dans laquelle la couche de recouvrement (20) comprend du silicium polycristallin ou du silicium amorphe et dans laquelle la couche diélectrique (30) comprend de l'oxyde de silicium.

15. structure composite selon l'une des revendications 10 à 14, dans laquelle la couche de recouvrement (20) présente :
-une première surface en contact avec le substrat support (10),
- une seconde surface en contact avec la couche diélectrique (30),
- une surface périphérique reliant les première et seconde surfaces de la couche de recouvrement (20),
la couche utile (40) recouvrant la surface périphérique de la couche de recouvrement (20).

16. Structure composite selon l'une des revendications 10 à 15, dans laquelle une couche additionnelle (90) est intercalée entre la couche utile (40) et la couche diélectrique (30), la couche additionnelle (90) ayant la même composition chimique que la couche de recouvrement (20).

17. Structure composite selon la revendication 16, dans laquelle la couche utile (40) comprend du silicium monocristallin, la couche additionnelle (90) comprend du dioxyde de silicium thermique, la couche diélectrique (30) comprend du nitrure de silicium, et la couche de recouvrement (20) comprend du dioxyde de silicium.