

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : 2 956 521

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

②1 N° d'enregistrement national : 10 00647

⑤1 Int Cl⁸ : H 01 L 23/552 (2006.01), H 01 L 23/28

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16.02.10.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.08.11 Bulletin 11/33.

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) : THALES Société anonyme — FR.

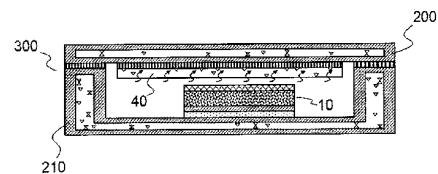
⑦2 Inventeur(s) : BENSOUSSAN ALAIN et MAREC
RONAN.

⑦3 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

⑤4 DISPOSITIF COMPRENANT DES COMPOSANTS ELECTRIQUES, ELECTRONIQUES, ELECTROMECHANIQUES OU ELECTRO-OPTIQUES, A SENSIBILITE REDUITE A FAIBLE DEBIT DE DOSE.

⑤7 Dispositif soumis à des radiations ionisantes, comprenant au moins un composant (10) électronique, électromécanique ou électro-optique encapsulé dans un boîtier (300), caractérisé en ce que le boîtier comprend en outre un sorbeur d'hydrogène (40). Dans un mode de réalisation, le boîtier (300) peut comprendre un capot (200) fermant hermétiquement un fond de boîtier (210). Le capot (200) peut avantageusement intégrer un matériau sorbeur d'hydrogène. Avantageusement, un procédé peut être mis en oeuvre afin de favoriser la migration des molécules d'hydrogène ou des protons H⁺ vers le sorbeur d'hydrogène (40) et de les garder piégées dans le sorbeur d'hydrogène (40) tout le long de la vie utile du composant (10).



FR 2 956 521 - A1



**Dispositif comprenant des composants électriques, électroniques,
électromécaniques ou électro-optiques, à sensibilité réduite à faible
débit de dose**

5

La présente invention concerne un dispositif, comprenant notamment des composants électroniques, électromécaniques ou électro-optiques, le dispositif permettant une réduction de la sensibilité en dose des composants, en particulier dans un environnement à faible débit de dose. Elle s'applique aux circuits intégrés et composants discrets, tels que par exemple des transistors et des diodes, encapsulés dans des boîtiers hermétiques, notamment utilisés dans des environnements radiatifs, par exemple dans des dispositifs évoluant dans l'espace, tels que des satellites.

15

De nombreuses applications, notamment dans le domaine des technologies spatiales, impliquent l'utilisation de composants électriques, électroniques, électromécaniques, ou électro-optiques. Dans ces applications, ces composants sont habituellement encapsulés dans des boîtiers hermétiques. La plupart des composants utilisés, qu'ils soient des composants discrets ou bien des composants de type circuits intégrés, sont réalisés dans des matériaux à base de silicium, dans des technologies connues telles que par exemple la technologie bipolaire, la technologie connue selon l'acronyme CMOS correspondant à la terminologie anglaise "Complementary Metal Oxide Semiconductor", la technologie Bi-CMOS correspondant à la terminologie anglaise "Bipolar – CMOS", ou encore MOSFET, correspondant à la terminologie anglaise "Metal Oxide Semiconductor – Field Effect Transistor". Un problème lié aux composants fabriqués dans ces technologies, principalement dans les technologies bipolaire et Bi-CMOS, est lié à leur forte sensibilité aux radiations ionisantes, en particulier à l'augmentation de la sensibilité aux faibles débits de dose, désigné par le sigle "ELDRS" correspondant à la terminologie anglaise "Enhanced Low Dose Rate Sensitivity". En effet, de tels composants comprennent notamment des couches de protection telles que des couches de passivation, ces couches étant perméables à l'hydrogène atomique. Ainsi, le mécanisme majeur de dégradation de ces composants est dû à la

2

présence d'hydrogène atomique H^+ , qui migre au travers des couches de passivation vers les zones actives du semi-conducteur, en modifiant ainsi les caractéristiques électriques et technologiques originales. Avec les technologies de type CMOS, il est connu que l'hydrogène piégé dans les boîtiers fermés peut affecter la tenue en dose cumulée, et le comportement après recuit des transistors et des circuits intégrés. Ainsi, des composants qui ont été soumis à une atmosphère de 100% d'hydrogène sont nettement plus sensibles aux radiations en dose cumulée.

Parallèlement, il est connu que pour des composants réalisés en technologie bipolaire, notamment encapsulés dans des boîtiers plats par exemple de type "Flatpack", la présence d'hydrogène peut entraîner une augmentation de la sensibilité en dose cumulée, mais également une augmentation de la sensibilité à faible débit de dose.

Enfin, il est également connu que les comportements en dose radiative des circuits intégrés réalisés en technologie bipolaire à base de silicium en présence de molécules d'hydrogène, peuvent être différents en fonction des procédés de réalisation des composants.

L'ensemble des résultats connus montre que les composants réalisés en technologie bipolaire peuvent présenter une bonne tenue en dose à fort ou faible débit de dose, lorsque leur processus de fabrication se termine à l'étape de métallisation. Ce sont les étapes intervenant après la métallisation qui peuvent dégrader la tenue du composant : notamment, la nature de la passivation et le procédé de dépôt, les cycles thermiques intervenant lors de l'encapsulation en boîtier ou du préconditionnement, le déverminage ou "burn-in", et bien sûr la présence de molécules d'hydrogène dans l'atmosphère du boîtier.

Il n'est pas exclu que la présence de protons H^+ initialement piégés dans les couches de passivation des composants puisse être également la cause des dégradations. Il existe deux sources possibles à la présence de ce contaminant ionique H^+ :

- une première source provenant de l'atmosphère résiduelle à l'intérieur du boîtier ainsi que cela est évoqué précédemment. Dans ce cas, les liaisons covalentes de type H_2 peuvent se dissocier sous l'effet de plusieurs facteurs plus ou moins efficaces. Ces facteurs peuvent être des effets thermiques,

des radiations, le champ électrique lié à la polarisation du composant, la présence de métaux utilisés dans les lignes métalliques déposées sur le silicium et permettant notamment de polariser la structure active des transistors. Ces métaux jouent un rôle de catalyseurs favorisant la rupture de la liaison moléculaire en protons H^+ : c'est le cas de métaux tels que le platine, le tantale, le palladium ou encore le titane.

- une seconde source provenant de l'hydrogène atomique présent dans les couches de passivation, typiquement de silice SiO_2 , déposées lors du procédé d'élaboration de celles-ci. Dans ce cas il s'agit de liaisons de type Van-Der-Waals qui présentent une énergie de liaison plus faible que celle de liaison covalentes H_2 . Les ions H^+ sont ainsi plus mobiles et migrent dans la passivation sous l'influence de champs électriques de polarisation et s'accumulent par attraction électrique dans les zones influencées d'une polarisation négative.

La source principale reste néanmoins la présence de molécules d'hydrogène à l'intérieur du boîtier hermétique.

Afin de remédier aux phénomènes de dégradation en présence de doses radiatives, notamment de composants réalisés en technologie bipolaire ou CMOS encapsulés dans des boîtiers hermétiques, il existe des solutions connues de l'état de la technique. Une première solution consiste à réaliser des essais de qualification à faible débit de dose sur les circuits intégrés. Cependant il n'est pas possible de simuler les conditions réelles auxquelles les composants sont destinés à être soumis, celles-ci comprenant notamment une exposition à relativement long terme : typiquement plusieurs années pour des applications dans des satellites par exemple, à de très faibles débits de dose. Ainsi, il est nécessaire, pour que les résultats de telles qualifications soient probants, que les essais soient réalisés sur des durées très longues, typiquement de plusieurs mois ; de telles durées ont un impact négatif sur les délais de fabrication des équipements pour les applications spatiales, et constituent un surcoût important.

Une seconde solution connue, qui peut être proposée par des fabricants de composants, consiste à éliminer l'hydrogène résiduel pouvant contaminer le composant semi-conducteur en élaborant un procédé de fabrication exempt de trace d'hydrogène. Les fabricants peuvent également
5 s'engager sur une tenue garantie en dose cumulée qui doit être justifiée par des rapports de tests joints aux composants. Dans le cas où pour des raisons pratiques le fabricant réalise les tests à fort débit de dose, des tests complémentaires à faible débit de dose doivent être réalisés. Cette option a de nouveau un impact négatif sur les délais de fabrication et est associée à
10 un surcoût important. En tout état de cause, une telle solution porte également l'inconvénient d'un prix d'achat élevé des composants, ainsi que la nécessité de procéder à des essais longs et coûteux dans le but d'assurer la qualité des composants fournis.

15 Un but de la présente invention est de pallier au moins les inconvénients précités, en proposant un dispositif comprenant des composants électriques, électroniques, électromécaniques ou électro-optiques, encapsulés dans des boîtiers hermétiques, permettant de réduire la sensibilité de ces dispositifs à la dose cumulée.

20

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes, comprenant au moins un composant électronique, électromécanique ou micro-électromécanique, ou électro-optique ou micro-électro-optique encapsulé dans un boîtier, caractérisé en ce que le boîtier
25 comprend en outre un sorbeur d'hydrogène.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le composant est essentiellement de type semi-conducteur réalisé dans une technologie de type bipolaire, MOS, C-MOS ou Bi-CMOS.

30 Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le boîtier comprend un fond de boîtier fermé hermétiquement par un capot, le sorbeur d'hydrogène étant rapporté à la surface intérieure du capot.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le capot et le fond de boîtier comprennent chacun un corps céramique et/ou métallique.

5 Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le capot et/ou le fond de boîtier est recouvert d'une couche de finition métallique.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le capot comprend un corps accolé à une épaisseur de matériau sorbeur
10 d'hydrogène, le matériau sorbeur d'hydrogène étant disposé sensiblement sur la partie intérieure du capot.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que la cavité intérieure du boîtier hermétique comprend un vide partiel réalisé avant la
15 fermeture du boîtier hermétique par un procédé de dégazage.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que la migration des protons H^+ présents dans le composant et le boîtier est favorisée par l'application d'une polarisation sur des zones actives du
20 composant.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le corps métallique est constitué d'un alliage de Fer, Nickel et de Cobalt.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être
25 soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que la couche de finition est formée par une épaisseur d'or réalisée par dépôt électrolytique.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le sorbeur d'hydrogène est réalisé dans un matériau à base de titane, platine, palladium
30 et/ou de vanadium.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le sorbeur d'hydrogène est collé, soudé, ou solidarisé par tout procédé de report connu, sur la face inférieure du capot.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le sorbeur d'hydrogène est intégré au sein de la structure du capot et/ou du fond de boîtier.

5 Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le sorbeur d'hydrogène est intégré au sein de la couche de finition du capot et/ou du fond de boîtier.

10 Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes peut être caractérisé en ce que le sorbeur d'hydrogène est formé par le dépôt de fines couches successives de titane, platine, palladium et/ou de vanadium directement sur le corps du capot et/ou le corps du fond de boîtier dans une enceinte sous vide.

15

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, donnée à titre d'exemple, faite en regard des dessins annexés qui représentent :

- 20
- la figure 1, une vue en coupe d'un exemple de circuit intégré en lui-même connu de l'état de la technique ;
 - les figures 2a et 2b, les vues en coupe de respectivement un capot métallique et un fond métallique, formant un boîtier en lui-même connu de l'état de la technique ;
- 25
- la figure 3, une vue en coupe du circuit intégré disposé dans le boîtier fermé hermétiquement ;
 - la figure 4, une vue en coupe d'un dispositif comprenant le circuit intégré et le boîtier hermétique, dans un exemple de réalisation de l'invention ;
- 30
- la figure 5, une vue en coupe d'un dispositif comprenant le circuit intégré et le boîtier hermétique, selon un autre exemple de réalisation de l'invention.

35 La figure 1 présente une vue en coupe d'un exemple de circuit intégré en lui-même connu de l'état de la technique.

Un composant 10, dans l'exemple illustré par la figure, un circuit intégré à base de silicium réalisé en technologie CMOS ou bipolaire, est schématiquement constitué d'un substrat silicium 11, dans l'exemple de la figure comprenant une couche de métallisation 13 sur sa face inférieure, sur lequel sont diffusés des couches actives reliées entre elles par des lignes métalliques et sont déposées des couches d'oxyde, l'ensemble étant recouvert d'une ou plusieurs couches de passivation 12. La configuration du composant 10 illustrée par la figure n'est donnée qu'à titre d'exemple, et d'autres configurations typiques de composants peuvent être envisagées. La couche de passivation 12 a pour but d'assurer la protection du composant 10 lors de procédés de fabrication ultérieurs à la fabrication du composant 10 lui-même. Le composant 10 présente par exemple une épaisseur typique de l'ordre de quelques centaines de micromètres.

A l'issue de la réalisation du composant 10, des protons H^+ peuvent être emprisonnés dans la couche de passivation 12.

Les figures 2a et 2b présentent les vues en coupe de respectivement un capot et un fond, formant un boîtier en lui-même connu de l'état de la technique.

Dans l'exemple illustré par la figure 2a, un capot 200 peut comprendre un corps 201 recouvert par une couche de finition 202. Le corps 201 peut être réalisé, de manière typique, dans un matériau à faible coefficient de dilatation thermique, par exemple tel qu'un matériau céramique ou bien un alliage de Fer, Nickel et de Cobalt. La couche de finition 202 peut par exemple être formée par un dépôt électrolytique d'une faible épaisseur d'or. Par exemple, l'épaisseur typique du corps 201 peut être de l'ordre du millimètre, pour une épaisseur de la couche de finition 202 de l'ordre du micromètre. Le capot 200 peut également par exemple être constitué d'un matériau céramique ou bien d'un métal ou alliage métallique.

Dans l'exemple illustré par la figure 2b, un fond de boîtier 210 peut d'une manière similaire comprendre un corps 211 revêtu d'une faible épaisseur d'une couche de finition 212. Le fond de boîtier 210 peut être recouvert du capot 200, et ces deux éléments peuvent être soudés afin d'assurer l'herméticité du boîtier ainsi formé, ainsi que cela est décrit en détails ci-après en référence à un exemple illustré par la figure 3.

Des protons H^+ ou de l'hydrogène peuvent être emprisonnés, notamment dans les matériaux constitutifs du capot 200 et du fond de boîtier 210. Dans l'exemple illustré par la figure 2 et les figures suivantes, des protons H^+ sont représentés par des triangles dont un des sommets pointe
5 vers le bas. Egalement, des molécules d'hydrogène H_2 sont représentés par des triangles dont un des sommets pointe vers le haut, surmontés des triangles dont un des sommets pointe vers le bas. Des flèches représentent la migration des protons H^+ et molécules d'hydrogène H_2 , au cours du temps.

Il est bien entendu que les structures illustrées par les figures 2a et 2b
10 ne sont données qu'à titre d'exemples. Notamment, la présence d'une couche de finition 202, 212 sur le capot 200 et le fond de boîtier 210 est facultative.

La figure 3 présente une vue en coupe du circuit intégré disposé dans
15 le boîtier fermé hermétiquement.

Le composant 10, par exemple le circuit intégré tel que décrit précédemment en référence à la figure 1, peut être disposé sur le fond du fond de boîtier 210 tel que décrit précédemment en référence à la figure 2. Le composant 10 peut être soudé ou bien collé au fond du fond de boîtier
20 210. Dans l'exemple illustré par la figure, une couche d'élément de soudure 32 est représentée sous le composant 10. Le capot 200 et le fond de boîtier 210 peuvent être soudés mutuellement, par exemple via un cordon de brasure 31, afin de former un boîtier hermétique 300. D'une manière typique, les opérations de montage du composant 10 dans le boîtier peuvent être
25 réalisées dans une atmosphère contrôlée, par exemple au sein d'un four. Selon des techniques connues, il est par exemple possible de réaliser ces opérations dans une atmosphère fortement azotée, afin d'éliminer l'oxygène présent dans le boîtier hermétique 300, dans le but de défavoriser des phénomènes d'oxydation des composants encapsulés dans le boîtier.

30

La solution proposée par la présente invention est basée sur le principe de disposer à demeure, dans le boîtier hermétique 300, un élément sorbeur d'hydrogène, communément désigné "getter" selon la terminologie anglaise. Le getter à hydrogène est enfermé à l'intérieur du boîtier
35 hermétique 300, et est optimisé en dimensions et en composition, de

manière à garantir un taux résiduel interne permanent aussi faible que possible au moins pendant toute la durée de vie prévue du composant. Des matériaux permettant une sorption et une rétention efficaces de l'hydrogène sont en eux-mêmes connus de l'état de la technique.

5

Un exemple de configuration est décrit ci-après en référence à la figure 4, qui présente une vue en coupe d'un dispositif comprenant le circuit intégré et le boîtier hermétique, dans un exemple de réalisation de l'invention.

10 Le boîtier hermétique 300, formé par le fond de boîtier 210, couvert du capot 200, comprend le composant 10, dans une configuration telle que décrite précédemment en référence à la figure 3. En outre, un sorbeur d'hydrogène 40 peut être également intégré dans le boîtier hermétique 300. Dans l'exemple de réalisation illustré par la figure, le sorbeur d'hydrogène 40
15 est disposé sous le capot 200. Le sorbeur d'hydrogène 40 est par exemple collé, soudé, ou solidarisé par tout procédé de report connu, sur la face inférieure du capot 200. Dans l'exemple illustré par la figure, une couche d'élément de soudure est représentée entre le sorbeur d'hydrogène 40 et le capot 200.

20 Le sorbeur d'hydrogène 40 est capable d'adsorber et d'absorber toute trace d'hydrogène présent dans la cavité fermée : aussi bien le H₂ résiduel gazeux que celui généré par les procédés chimiques dynamiques. L'avantage de disposer le sorbeur d'hydrogène 40 au sein du boîtier hermétique 300 permet de favoriser une réaction chimique dynamique dans
25 laquelle la vitesse de d'absorption l'emporte sur la vitesse naturelle de dégazage de l'hydrogène. Ainsi le sorbeur d'hydrogène 40 doit présenter de bonnes caractéristiques d'absorption, ainsi que de bonnes caractéristiques de rétention de l'hydrogène. D'une manière typique, le sorbeur d'hydrogène 40 peut se présenter sous la forme d'une feuille, à base d'une combinaison
30 de métaux par exemple tel que le titane, le platine, le palladium, le vanadium, ou encore un alliage de ces métaux. D'une manière typique, cette feuille métallique peut avoir une épaisseur de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres.

Avantageusement, un procédé spécifique peut être mis en œuvre, afin
35 de favoriser l'extraction de l'hydrogène, notamment présent à proximité des

zones actives des couches de passivation des composants encapsulés dans le boîtier hermétique 300. Le procédé peut par exemple comprendre une étape de chauffage préalable, pouvant être mise en œuvre avant la fermeture du boîtier hermétique 300. Le procédé peut également inclure une

5 étape de dégazage avant la pose du sorbeur d'hydrogène 40 et la fermeture du boîtier hermétique 300. Par exemple, la création d'un vide ou d'un vide partiel au sein du boîtier hermétique 300 lors de sa fermeture, favorise par la suite la migration de l'hydrogène vers le sorbeur d'hydrogène 40. Il est souhaitable de ramener le taux d'hydrogène présent dans le boîtier à une

10 quantité aussi faible que possible et qui sera maintenue à ce niveau grâce au sorbeur d'hydrogène 40 pendant toute la durée de vie du composant.

Avantageusement, il est également possible, par exemple, de polariser en température le composant de façon à favoriser la migration des protons à travers la passivation et ainsi extraire plus efficacement ces

15 protons vers le sorbeur d'hydrogène 40. Ce procédé peut également être combiné avec les étapes décrites précédemment.

Avantageusement encore, il est possible d'améliorer l'efficacité du sorbeur d'hydrogène 40 en lui procurant une géométrie adéquate. Par exemple, une structure de type "peau de gaufre" peut être adoptée,

20 permettant d'offrir un rapport Surface / Volume du sorbeur d'hydrogène 40 élevé, dans le but d'augmenter le taux d'hydrogène absorbé.

Dans un mode de réalisation de l'invention, il est également possible d'intégrer le sorbeur d'hydrogène dans la structure même du boîtier hermétique 300. Par exemple, il est possible de réaliser un capot de boîtier

25 présentant une structure adéquate contenant un matériau offrant les propriétés requises pour le sorbeur.

Dans un mode alternatif de réalisation de l'invention, il est également possible d'intégrer le sorbeur d'hydrogène dans la structure même de la couche de finition 202, 212 recouvrant respectivement le capot 200 et le fond

30 de boîtier 210, le cas échéant. Par exemple, de fines couches successives de titane, platine, palladium et/ou de vanadium peuvent être directement déposées sur le corps du capot 201 ou le corps du fond de boîtier 211, par exemple dans une enceinte sous vide.

La figure 5 décrite ci-après présente une vue en coupe d'un dispositif comprenant le circuit intégré et le boîtier hermétique, selon un tel exemple de réalisation de l'invention.

Dans l'exemple de réalisation illustré par la figure 5, dans une configuration par ailleurs équivalente à la configuration décrite précédemment en référence à la figure 4, il peut être en effet possible de ne pas recourir à un élément discret de type du sorbeur d'hydrogène 40. Cela est rendu possible par l'utilisation d'un capot 500 dans lequel est utilisé un matériau offrant les propriétés du sorbeur d'hydrogène 50. Par exemple, le capot 500 peut être constitué d'un corps 501 réalisé soit dans un alliage de Fer, Nickel et de Cobalt, soit en céramique, le corps 501 étant accolé à une épaisseur de matériau sorbeur 502. Le capot 500 peut alors, d'une manière similaire aux modes de réalisation décrits ci-dessus, être soudé au fond de boîtier. De la sorte, les protons H^+ et les molécules d'hydrogène H_2 présentes dans le corps 501 peuvent migrer naturellement vers le matériau sorbeur 502. Egalement, les protons H^+ et les molécules d'hydrogène H_2 présentes dans la cavité intérieure du boîtier, dans les couches de passivation des composants et dans le fond de boîtier, peuvent migrer vers le matériau sorbeur 502, d'une manière similaire à la configuration décrite en référence à la figure 4. Egalement, il est avantageusement possible de favoriser la migration des protons H^+ et des molécules d'hydrogène vers le matériau sorbeur 502 par la mise en œuvre d'un procédé adéquat tel que décrit précédemment en référence à la figure 4, comprenant par exemple une étape de dégazage de l'hydrogène par une mise sous vide partiel et/ou encore une migration forcée des protons H^+ par l'application de champs électriques appropriés via une polarisation inverse de certaines zones actives des composants.

Il est à noter que la présente invention s'applique principalement à l'assemblage de composants électroniques actifs à semi-conducteurs composés de la colonne IV (Si) de la classification de Mendeleiev tels que diodes, transistors discrets et circuits intégrés, réalisés en technologies bipolaire, MOS, MOSFET, CMOS, etc...

Un avantage procuré par l'invention réside dans le fait qu'elle permet une amélioration de la tenue des dispositifs aux doses cumulées en

radiations ionisantes. Elle permet en particulier d'annihiler les effets ELDRS, et en conséquence de procurer les avantages additionnels suivants :

- 5 • la possibilité d'utiliser une fonction électronique équivalente en version non durcie à la place des composants durcis habituellement utilisés. Les composants sont dits "durcis" lorsqu'ils ont été développés spécifiquement par leur fabricant de façon à ce qu'ils puissent résister à un certain niveau de dose cumulée sans se dégrader. Cela permet de réaliser des économies substantielles sur le coût des composants utilisés ;
- 10 • la possibilité de diminuer la masse des équipements. En effet, la tenue en dose étant améliorée, la protection par blindage peut être fortement réduite.
- 15 • la possibilité de se dispenser de tests complémentaires à faible débit dose sur des composants durcis avec une garantie du fabricant basée sur des tests à fort débit de dose. Cet avantage concerne notamment des circuits intégrés linéaires réalisés en technologie bipolaire ou Bi-CMOS. Ceci permet de réaliser des économies d'essais de lots sur ces composants, communément désignés "Radiation Lot Acceptance Tests".
- 20 • La possibilité de réduire la durée des tests ; ceux-ci pouvant être extrêmement longs et pénalisants devant les temps de cycle de fabrication des équipements. Par exemple, les essais sous radiations qui doivent être menés sur des lots de composants approvisionnés pour des applications spatiales
- 25 sont définis dans la norme ESCC 22900 de l'Agence Spatiale Européenne ESA, et la norme étasunienne MIL 1019-7. Pour les technologies bipolaires et Bi-CMOS, il est requis par ces normes que les tests doivent être réalisés à faible débit de dose. Or, la norme MIL 1019-7 notamment, impose des tests à un débit de dose inférieur à 36 rad(Si)/heure. La réalisation des tests pour des niveaux de 100 krads, niveau communément
- 30 rencontré par les composants dans des applications spatiales, implique des durées d'irradiation de quatre mois au minimum. Ces durées viennent se rajouter aux temps
- 35 d'approvisionnement des composants qui tendent eux aussi à

se rallonger. La présente invention permet d'éviter de devoir réaliser ces longs tests à très faible débit de dose, en ne réalisant que des tests à fort débit de dose, et partant de diminuer le délai d'approvisionnement des composants et pouvoir mieux gérer les temps de cycles liés aux approvisionnements en flux tendu.

Il est également possible d'envisager l'extension des dispositifs et procédés décrits précédemment, à d'autres technologies telles que les composants à base de semi-conducteurs II-VI et III-V disposant d'une couche de passivation en silice SiO_2 ou bien à base de nitrure de silicium Si_3N_4 , tels que les circuits intégrés, mis en œuvre dans des applications hyperfréquence ou bien en optoélectronique. Il apparaît en effet possible que le même mécanisme puisse être produit dans d'autres dispositifs à semi-conducteurs utilisant une passivation à base de nitrure de silicium Si_3N_4 dont l'élaboration peut aussi favoriser la présence de complexes ioniques à base de protons H^+ .

REVENDICATIONS

- 1- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes, comprenant au moins un composant (10) électronique, électromécanique ou micro-électromécanique, ou électro-optique ou micro-électro-optique encapsulé dans un boîtier (300), caractérisé en ce que le boîtier comprend en outre un sorbeur d'hydrogène (40).
- 2- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon la revendication 1, caractérisé en ce que le composant (10) est essentiellement de type semi-conducteur réalisé dans une technologie de type bipolaire, MOS, C-MOS ou Bi-CMOS.
- 3- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le boîtier comprend un fond de boîtier (210) fermé hermétiquement par un capot (200), le sorbeur d'hydrogène (40) étant rapporté à la surface intérieure du capot (200).
- 4- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon la revendication 3, caractérisé en ce que le capot (200) et le fond de boîtier (210) comprennent chacun un corps (201, 211) céramique et/ou métallique.
- 5- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que le capot (200) et/ou le fond de boîtier (210) est recouvert d'une couche de finition (202, 212) métallique.
- 6- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications 3 et 5, caractérisé en ce que le capot (500) comprend un corps (501) accolé à une épaisseur de matériau sorbeur d'hydrogène (502), le matériau sorbeur d'hydrogène étant disposé sensiblement sur la partie intérieure du capot (502).

- 5 7- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cavité intérieure du boîtier hermétique (300) comprend un vide partiel réalisé avant la fermeture du boîtier hermétique (300) par un procédé de dégazage.
- 10 8- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la migration des protons H^+ présents dans le composant (10) et le boîtier (300) est favorisée par l'application d'une polarisation sur des zones actives du composant (10).
- 15 9- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le corps métallique (201, 211) est constitué d'un alliage de Fer, Nickel et de Cobalt.
- 20 10- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que la couche de finition (202, 212) est formée par une épaisseur d'or réalisée par dépôt électrolytique.
- 25 11- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le sorbeur d'hydrogène (40, 502) est réalisé dans un matériau à base de titane, platine, palladium et/ou de vanadium.
- 30 12- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications 4 à 11, caractérisé en ce que le sorbeur d'hydrogène (40, 502) est collé, soudé, ou solidarisé par tout procédé de report connu, sur la face inférieure du capot (200).
- 13- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications 4 à 12, caractérisé en ce que le

16

sorbeur d'hydrogène est intégré au sein de la structure du capot (200) et/ou du fond de boîtier (210).

5 14- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications 5 à 13, caractérisé en ce que le sorbeur d'hydrogène est intégré au sein de la couche de finition (202, 212) du capot (200) et/ou du fond de boîtier (210).

10 15- Dispositif apte à être soumis à des radiations ionisantes selon l'une quelconque des revendications 4 à 13, caractérisé en ce que le sorbeur d'hydrogène (40, 502) est formé par le dépôt de fines couches successives de titane, platine, palladium et/ou de vanadium directement sur le corps du capot (201) et/ou le corps du fond de boîtier (211) dans une enceinte sous vide.

15

1/2

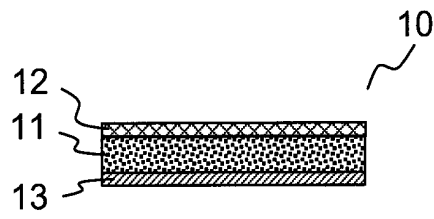


FIG. 1

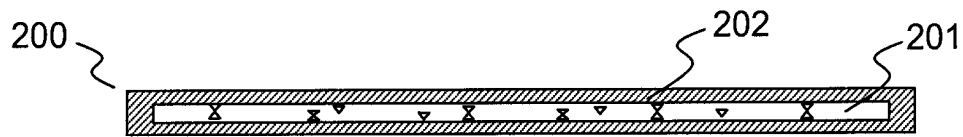


FIG. 2A

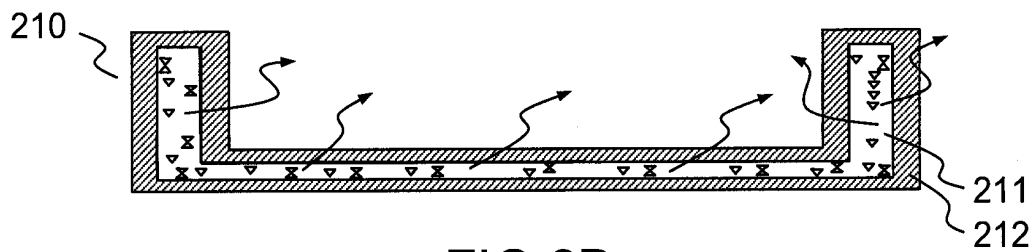


FIG. 2B

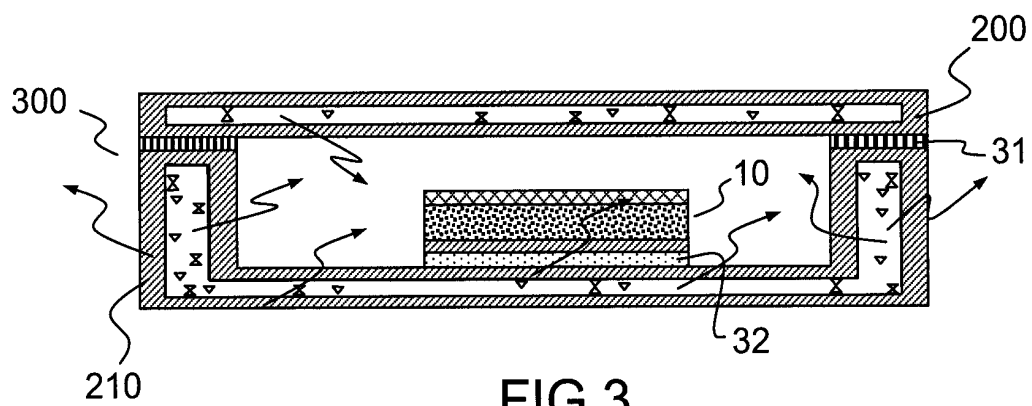


FIG. 3

2/2

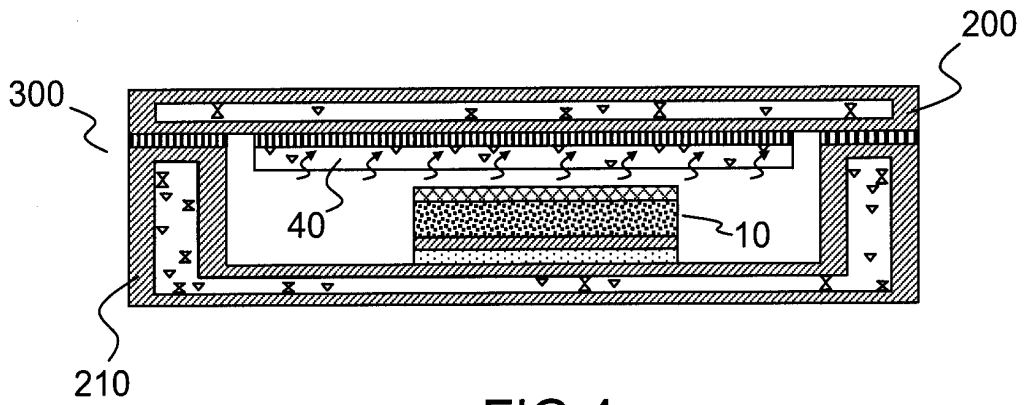


FIG. 4

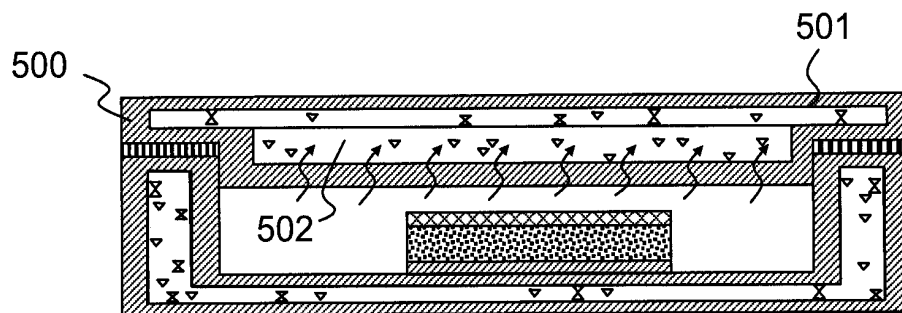


FIG. 5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 736360
FR 1000647

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 2004/189198 A1 (WANG JOE P [US] ET AL) 30 septembre 2004 (2004-09-30) * alinéas [0002], [0020], [0028], [0029], [0033], [0034]; figures 1,4 *	1,3-10, 12-14	H01L23/552 H01L23/28
X	US 2003/138656 A1 (SPARKS DOUGLAS RAY [US]) 24 juillet 2003 (2003-07-24) * alinéas [0006], [0015], [0016], [0021] - alinéa [0023]; figure 5 *	1,3,6-8, 11,13,15	
X	US 6 423 575 B1 (TRAN DEAN [US] ET AL) 23 juillet 2002 (2002-07-23) * colonne 7 - colonne 8; figure 4 *	1,3,4,7, 8,11,12	
X	EP 0 878 845 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC [US] AGERE SYST OPTOELECTRONICS [US]) 18 novembre 1998 (1998-11-18) * colonne 2 - colonne 3; revendications 7,8; figure 2 *	1-4,6-8, 11-15	
X	WO 03/028096 A2 (RAYTHEON CO [US]) 3 avril 2003 (2003-04-03) * pages 1,4; revendications 1,7 *	1,7,8, 11,15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
X	WO 2004/065289 A2 (GETTERS SPA [IT]; AMIOTTI MARCO [IT]) 5 août 2004 (2004-08-05) * pages 1,3,6,7; figure 1 *	1,7,8, 11,15	H01L B81B C01B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 août 2010		Manook, Rhoda	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1000647 FA 736360**

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 **11-08-2010**

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 2004189198	A1	30-09-2004	CN 1781176 A	31-05-2006
			EP 1608585 A2	28-12-2005
			JP 2006521688 T	21-09-2006
			WO 2004094298 A2	04-11-2004

US 2003138656	A1	24-07-2003	AUCUN	

US 6423575	B1	23-07-2002	DE 60200438 D1	09-06-2004
			DE 60200438 T2	09-09-2004
			EP 1280200 A1	29-01-2003

EP 0878845	A2	18-11-1998	DE 69809630 D1	09-01-2003
			DE 69809630 T2	09-10-2003
			JP 10322044 A	04-12-1998
			US 5861665 A	19-01-1999

WO 03028096	A2	03-04-2003	EP 1430527 A2	23-06-2004
			IL 156227 A	24-12-2009
			US 2004106001 A1	03-06-2004
			US 2003062610 A1	03-04-2003

WO 2004065289	A2	05-08-2004	AU 2003295223 A1	13-08-2004
			CA 2511836 A1	05-08-2004
			CN 1738765 A	22-02-2006
			EP 1592643 A2	09-11-2005
			HK 1087090 A1	31-07-2009
			JP 2006513046 T	20-04-2006
			KR 20050092426 A	21-09-2005



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 736360
FR 1000647

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 2004/189198 A1 (WANG JOE P [US] ET AL) 30 septembre 2004 (2004-09-30) * alinéas [0002], [0020], [0028], [0029], [0033], [0034]; figures 1,4 *	1,3-10, 12-14	H01L23/552 H01L23/28
X	US 2003/138656 A1 (SPARKS DOUGLAS RAY [US]) 24 juillet 2003 (2003-07-24) * alinéas [0006], [0015], [0016], [0021] - alinéa [0023]; figure 5 *	1,3,6-8, 11,13,15	
X	US 6 423 575 B1 (TRAN DEAN [US] ET AL) 23 juillet 2002 (2002-07-23) * colonne 7 - colonne 8; figure 4 *	1,3,4,7, 8,11,12	
X	EP 0 878 845 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC [US] AGERE SYST OPTOELECTRONICS [US]) 18 novembre 1998 (1998-11-18) * colonne 2 - colonne 3; revendications 7,8; figure 2 *	1-4,6-8, 11-15	
X	WO 03/028096 A2 (RAYTHEON CO [US]) 3 avril 2003 (2003-04-03) * pages 1,4; revendications 1,7 *	1,7,8, 11,15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
X	WO 2004/065289 A2 (GETTERS SPA [IT]; AMIOTTI MARCO [IT]) 5 août 2004 (2004-08-05) * pages 1,3,6,7; figure 1 *	1,7,8, 11,15	H01L B81B C01B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 août 2010		Manook, Rhoda	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention 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. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1000647 FA 736360**

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 **11-08-2010**

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 2004189198	A1	30-09-2004	CN 1781176 A	31-05-2006
			EP 1608585 A2	28-12-2005
			JP 2006521688 T	21-09-2006
			WO 2004094298 A2	04-11-2004

US 2003138656	A1	24-07-2003	AUCUN	

US 6423575	B1	23-07-2002	DE 60200438 D1	09-06-2004
			DE 60200438 T2	09-09-2004
			EP 1280200 A1	29-01-2003

EP 0878845	A2	18-11-1998	DE 69809630 D1	09-01-2003
			DE 69809630 T2	09-10-2003
			JP 10322044 A	04-12-1998
			US 5861665 A	19-01-1999

WO 03028096	A2	03-04-2003	EP 1430527 A2	23-06-2004
			IL 156227 A	24-12-2009
			US 2004106001 A1	03-06-2004
			US 2003062610 A1	03-04-2003

WO 2004065289	A2	05-08-2004	AU 2003295223 A1	13-08-2004
			CA 2511836 A1	05-08-2004
			CN 1738765 A	22-02-2006
			EP 1592643 A2	09-11-2005
			HK 1087090 A1	31-07-2009
			JP 2006513046 T	20-04-2006
			KR 20050092426 A	21-09-2005
