

Code de distribution interne :

- (A) [-] Publication au JO
- (B) [-] Aux Présidents et Membres
- (C) [-] Aux Présidents
- (D) [X] Pas de distribution

**Liste des données pour la décision
du 7 novembre 2014**

N° du recours : T 2367/09 - 3.4.03

N° de la demande : 99901662.9

N° de la publication : 1051739

C.I.B. : H01L21/20

Langue de la procédure : FR

Titre de l'invention :

SUBSTRAT COMPLIANT EN PARTICULIER POUR UN DEPOT PAR HETERO-
EPITAXIE

Demandeur :

Commissariat à l'Énergie Atomique
et aux Énergies Alternatives

Référence :

Normes juridiques appliquées :

CBE 1973 Art. 83, 84, 56

Mot-clé :

Clarté, Suffisance de description (oui)
Activité inventive (oui)

Décisions citées :

Exergue :



Beschwerdekammern
Boards of Appeal
Chambres de recours

European Patent Office
D-80298 MUNICH
GERMANY
Tel. +49 (0) 89 2399-0
Fax +49 (0) 89 2399-4465

N° du recours : T 2367/09 - 3.4.03

D E C I S I O N
de la Chambre de recours technique 3.4.03
du 7 novembre 2014

Requérant : Commissariat à l'Énergie Atomique
(Demandeur) et aux Énergies Alternatives
Bâtiment "Le Ponant D"
25, rue Leblanc
75015 Paris (FR)

Mandataire : Moutard, Pascal Jean
Brevalex
22, Avenue du Doyen Louis Weil
38024 Grenoble Cedex 1 (FR)

Décision attaquée : **Décision de la division d'examen de l'Office européen des brevets postée le 23 juillet 2009 par laquelle la demande de brevet européen n° 99901662.9 a été rejetée conformément aux dispositions de l'article 97(2) CBE.**

Composition de la Chambre :

Présidente T. Karamanli
Membres : R. Bekkering
S. Ward

Exposé des faits et conclusions

- I. Le recours a été formé à l'encontre du rejet de la demande de brevet européen n° 99 901 662.

La demande a été rejetée en vertu de l'article 97(2) CBE, car la revendication 1 des trois requêtes figurant au dossier (principale et subsidiaires I et II) n'était ni claire ni fondée sur la description, contrairement aux exigences de l'article 84 CBE, et car l'invention dans la demande n'était pas exposée de façon suffisamment claire et complète pour que l'homme du métier puisse l'exécuter, tel que requis par l'article 83 CBE.

En outre, dans un obiter dictum la division d'examen a soulevé des objections à l'encontre des trois requêtes concernant, entre autres, l'absence de nouveauté et d'activité inventive.

- II. Le requérant a demandé l'annulation de la décision de rejet et, comme seule requête, la délivrance d'un brevet sur la base des documents suivants :

Revendications : N° 1 à 6 déposées par télécopie du 7 octobre 2014 ;

Description : Pages 1 à 24 déposées par télécopie du 23 septembre 2014,
Page 8a déposée par télécopie du 7 octobre 2014 ;

Dessins : Feuilles 1/4 à 4/4 de la version publiée.

III. Le libellé de la revendication 1 est le suivant :

"Procédé de croissance par hétéro-épitaxie comportant :
- la réalisation d'un substrat compliant (20,30) comprenant un support (14, 21, 31) et au moins une couche mince (13, 23, 34) formée en surface dudit support, la couche mince étant en un premier matériau servant de germe à ladite croissance par hétéro-épitaxie d'un deuxième matériau, le support et la couche mince étant reliés l'un à l'autre par des moyens de liaison (11, 15, 16 ; 24, 35) pour absorber ou accommoder [sic] tout ou partie des contraintes provoquées dans le deuxième matériau lors de sa croissance hétéro-épitaxiale par une différence de paramètres de maille lesdits moyens de liaison comprenant [sic] deux couches d'oxyde collées par adhésion moléculaire et dont l'interface de collage a une énergie de collage permettant au substrat compliant d'absorber ou d'accommoder au moins une partie desdites contraintes, la couche mince pouvant ainsi absorber des contraintes sans se décoller,
- la réalisation de la croissance hétéro-épitaxiale du deuxième matériau sur la couche mince de premier matériau du substrat compliant, celui-ci absorbant ou accommodant au moins une partie desdites contraintes, évitant de répercuter au moins une partie de ces contraintes dans ledit deuxième matériau."

IV. Référence est faite aux documents suivants :

D9 : US 5 240 876 A

D12 : Klem J. F. et al., "Characterization of thin AlGaAs/InGaAs/GaAs quantum-well structures bonded directly to SiO₂/Si and glass substrates",

Journal of Applied Physics, 66 (1), 1 juillet 1989, pages 459 à 462

D13 : Ejeckam F. E. et al., "*Dislocation-free InSb grown on GaAs compliant universal substrates*", Applied Physics Letters, 71 (6), 11 août 1997 pages 776 à 778

D14: Ejeckam F. E. et al., "*Lattice engineered compliant substrate for defect-free heteroepitaxial growth*", Applied Physics Letters, 70 (13), 31 mars 1997, pages 1685 à 1687.

V. Le requérant a présenté les arguments suivants :

La demande indiquait clairement que des procédés pour déterminer une énergie de collage étaient connus (page 6, ligne 18 à page 7, ligne 2). De plus, des exemples d'énergies de collage étaient donnés en figure 5 et dans la description (page 17, ligne 31 à page 18, ligne 5). La figure 5 donnait deux courbes, qui correspondaient à deux rugosités de surface. Chacune de ces courbes établissait la variation de l'énergie de collage du système, en fonction de la température. Il y avait donc bien, dans la demande, d'une part la divulgation d'au moins une technique pour mesurer une énergie de collage, et, d'autre part, d'exemples d'énergie de collage pour au moins un système particulier, notamment le système avec deux couches d'oxyde.

La revendication 1 telle que modifiée était donc claire, en conformité avec l'article 84 CBE. En outre, l'homme du métier avait les informations nécessaires pour

mettre en œuvre l'invention, conformément à l'article 83 CBE.

Motifs de la décision

1. Le recours est recevable.
2. *Modifications de la demande*

La revendication 1 telle que modifiée se base sur la description telle que déposée à l'origine (page 17, ligne 6 à la page 19, ligne 17).

Les matériaux exacts des substrats (silicium) et des couches d'oxyde (oxyde de silicium) aussi bien que d'autres détails de l'exemple de réalisation décrit, n'ont pas été présentés comme étant essentiels pour la réalisation de l'invention dans la demande telle que déposée, ni ne seraient-ils reconnus comme tels par l'homme du métier. En fait, il serait immédiatement évident pour l'homme du métier à partir de la demande, que d'autres matériaux pourraient également être utilisés, pourvu qu'ils présentent des caractéristiques, notamment en termes d'énergie de collage, les rendant appropriés. Ces caractéristiques n'ont donc pas besoin d'être incluses dans la revendication.

Les revendications 2 à 6 se basent en substance sur les revendications 19, 20, 22, 23 et 24 telles que déposées à l'origine.

La chambre conclut donc que les modifications sont conformes aux dispositions de l'article 123(2) CBE.

3. *Clarté, suffisance de description*

La chambre est aussi convaincue que les dispositions des articles 83 et 84 CBE 1973 sont remplies.

La revendication 1 telle que modifiée définit maintenant que lesdits moyens de liaison comprennent deux couches d'oxyde collées par adhésion moléculaire et dont l'interface de collage a une énergie de collage permettant au substrat compliant d'absorber ou d'accommoder au moins une partie desdites contraintes, la couche mince pouvant ainsi absorber des contraintes sans se décoller.

De l'avis de la chambre l'objet de la protection demandée ressort de la revendication 1 de manière suffisamment claire pour l'homme du métier. Notamment, l'énergie de collage de l'interface de collage des deux couches d'oxyde doit être telle qu'elle permette au substrat compliant d'absorber ou d'accommoder au moins une partie des contraintes, la couche mince pouvant ainsi absorber des contraintes sans se décoller.

Dans la mesure où ceci définit un résultat à atteindre, comme le soutient la division d'examen, il ressort suffisamment clairement de la revendication 1 ce qui est responsable du résultat à atteindre, à savoir l'énergie de collage de l'interface entre les deux couches d'oxyde, et la façon dont elle doit être ajustée de façon à obtenir le résultat souhaité. En particulier, l'énergie doit être telle qu'elle permette d'une part au substrat compliant d'absorber ou d'accommoder au moins une partie des contraintes et

d'autre part d'éviter que la couche mince ne puisse se décoller.

Cela est notamment le cas, puisque, comme indiqué dans la demande (voir page 6, troisième paragraphe à la page 7, deuxième paragraphe) l'homme du métier sait (voir par exemple le document D12, page 460, quatrième paragraphe ; figure 1 ; page 461, colonne de gauche, deuxième paragraphe) que la quantité de contrainte absorbée ou accommodée à l'interface peut être ajustée en variant d'une liaison forte à une liaison faible, c'est-à-dire en variant la force ou l'énergie de collage. Ces conditions sont de surcroît faciles à vérifier avec quelques essais simples à réaliser.

De plus, de l'avis de la chambre, les conditions de l'article 83 CBE 1973 sont aussi remplies dans le cas présent.

En particulier, il est suffisamment clair pour un homme du métier, notamment en faisant référence à la figure 5 et à la description correspondante de la demande, que par exemple la rugosité des surfaces des couches d'oxyde à l'interface de collage permet de contrôler l'énergie de collage. Par exemple dans ce cas, avec quelques essais simples à réaliser en faisant varier cette rugosité, il est facile d'arriver à des conditions dans lesquelles le substrat absorbe ou accommode au moins une partie des contraintes et en même temps la couche mince ne se décolle pas.

4. *Nouveauté*

4.1 *Document D9*

Le document D9 décrit un procédé de croissance épitaxiale d'une couche de silicium sur un substrat comportant une couche de SiGe, une couche isolante d'oxyde de silicium et un substrat de support en silicium (voir colonne 2, ligne 40 à la colonne 3, ligne 9 ; figures 3A à 3D).

En particulier, ce document décrit (en utilisant la terminologie de la revendication 1) un procédé de croissance par hétéro-épitaxie comportant :

- la réalisation d'un substrat compliant comprenant un support (20) et au moins une couche mince (12) formée en surface dudit support, la couche mince consistant en un premier matériau (SiGe) servant de germe à ladite croissance par hétéro-épitaxie d'un deuxième matériau (Si), le support et la couche mince étant reliés l'un à l'autre par des moyens de liaison (18),
- la réalisation de la croissance hétéro-épitaxiale du deuxième matériau sur la couche mince du premier matériau du substrat compliant.

Selon la chambre, le document D9 implique nécessairement que la couche d'oxyde de silicium (18), représentant des moyens de liaison entre le support (20) et la couche mince (12), absorbe ou accommode tout ou partie des contraintes provoquées dans le deuxième matériau lors de sa croissance hétéro-épitaxiale par une différence de paramètres de maille. En outre, le substrat connu de D9, lors de la croissance épitaxiale absorbe ou accommode au moins une partie des contraintes, évitant de répercuter au moins une partie de ces contraintes dans le deuxième matériau, comme défini à la revendication 1.

Toutefois, le document D9 ne divulgue pas des moyens de liaison comprenant deux couches d'oxyde collées par adhésion moléculaire et dont l'interface de collage a une énergie de collage permettant au substrat compliant d'absorber ou d'accommoder au moins une partie desdites contraintes, la couche mince pouvant ainsi absorber des contraintes sans se décoller, comme défini à la revendication 1.

L'objet de la revendication 1 est donc nouveau par rapport au document D9 (article 54(1) CBE 1973).

4.2 Document D13

Le document D13, cité dans la demande telle que déposée (voir page 4, premier paragraphe), décrit un procédé de croissance épitaxiale d'une couche de InSb sur un substrat compliant comportant une couche de GaAs reliée avec un substrat de support en GaAs, les réseaux cristallin des deux couches étant désalignés (voir D13, page 777, colonne de gauche, dernier paragraphe à la colonne de droite, premier paragraphe ; figure 1).

En particulier, ce document décrit (en utilisant la terminologie de la revendication 1) un procédé de croissance par hétéro-épitaxie comportant :

- la réalisation d'un substrat compliant (CU) comprenant un support ("*GaAs host substrate B*") et au moins une couche mince ("*GaAs epitaxial layer*") formée en surface dudit support, la couche mince consistant en un premier matériau servant de germe à ladite croissance par hétéro-épitaxie d'un deuxième matériau ("*highly mismatched heteroepitaxial overlayers*"), le support et la couche mince étant reliés l'un à l'autre par des moyens de liaison ("*high-angle twist boundary*")

pour absorber ou accommoder tout ou partie des contraintes provoquées dans le deuxième matériau lors de sa croissance hétéro-épitaxiale par une différence de paramètres de maille, lesdits moyens de liaison comprenant au moins une interface de collage dont l'énergie de collage permet au substrat compliant d'absorber ou d'accommoder au moins une partie desdites contraintes,

- la réalisation de la croissance hétéro-épitaxiale du deuxième matériau sur la couche mince de premier matériau du substrat compliant, celui-ci absorbant ou accommodant au moins une partie desdites contraintes, évitant de répercuter au moins une partie de ces contraintes dans le deuxième matériau.

Il est à noter qu'à l'interface de collage désalignée ("*twist bonded*") des dislocations vis ("*screw dislocations*") déterminent l'énergie de collage (voir par exemple le document D14, page 1686, colonne de gauche, deuxième paragraphe).

Toutefois, le document D13 ne divulgue pas des moyens de liaison comprenant deux couches d'oxyde collées par adhésion moléculaire et dont l'interface de collage a une énergie de collage permettant au substrat compliant d'absorber ou d'accommoder au moins une partie desdites contraintes, la couche mince pouvant ainsi absorber des contraintes sans se décoller, comme défini à la revendication 1.

L'objet de la revendication 1 est donc aussi nouveau par rapport au document D13 (article 54(1) CBE 1973).

4.3 L'objet de la revendication 1 est également nouveau par rapport aux autres documents cités qui sont généralement moins pertinents.

5. *Activité inventive*

Le document D9 est considéré comme étant l'art antérieur le plus proche, se rapportant à un procédé de croissance par hétéro-épitaxie comportant la réalisation d'un substrat compliant et la réalisation de la croissance hétéro-épitaxiale sur ce substrat, le substrat compliant comportant une couche d'oxyde.

L'objet de la revendication 1 se distingue du document D9 par les caractéristiques suivantes :

des moyens de liaison comprenant deux couches d'oxyde collées par adhésion moléculaire et dont l'interface de collage a une énergie de collage permettant au substrat compliant d'absorber ou d'accommoder au moins une partie desdites contraintes, la couche mince pouvant ainsi absorber des contraintes sans se décoller.

Dans le procédé décrit dans le document D9, une couche mince de SiGe formée sur un substrat (10) est collée sur une couche d'oxyde (18) formée sur un substrat de support (20). Une contrainte est réalisée dans la couche de silicium-germanium (12) à cause du décalage entre les atomes de silicium et de germanium. Cette contrainte a un effet d'absorption de gaz qui élimine l'oxygène et des contaminants métalliques de la couche épitaxiale (14), produisant une zone dénudée qui peut englober la totalité de l'épaisseur de la couche (14). La qualité cristalline de la couche épitaxiale (14) est ainsi améliorée. En outre, la déformation à l'intérieur de la couche de silicium-germanium (12) conduit à une

faible durée de vie des porteurs minoritaires dans cette couche (voir colonne 3, lignes 1 à 9).

Pour autant que des contraintes dans la couche mince de SiGe soient absorbées ou accommodées par le substrat compliant, ceci est réalisé par la couche d'oxyde unique (18).

Dans le procédé selon la revendication 1, les contraintes sont absorbées ou accommodées par le substrat compliant, en contrôlant l'énergie de collage des deux couches d'oxydes collées entre eux par adhésion moléculaire.

L'effet technique de cette différence par rapport au document D9 est que le substrat est davantage capable d'accueillir les contraintes induites lors de la croissance épitaxiale.

Le problème objectif à résoudre à partir du document D9 est donc d'améliorer la capacité du substrat d'accueillir les contraintes induites lors de la croissance épitaxiale.

La solution telle que revendiquée est de prévoir deux couches d'oxyde collées par adhésion moléculaire et dont l'interface de collage a une énergie de collage permettant au substrat compliant d'absorber ou d'accueillir au moins une partie desdites contraintes. Comme discuté ci-dessus, le document D13 contrôle l'énergie de collage de l'interface de collage entre deux substrats de GaAs, les réseaux cristallins des deux couches étant désalignés.

Rien ne suggère de prévoir deux couches d'oxyde collées par adhésion moléculaire et de contrôler l'énergie de collage de leur interface de collage.

La solution revendiquée ne découle d'ailleurs pas non plus de manière évidente d'aucun des autres documents cités.

L'objet de la revendication 1 implique donc, selon la chambre, une activité inventive au sens de l'article 56 CBE 1973.

Les revendications 2 à 6 sont des revendications dépendantes et spécifient des caractéristiques restrictives supplémentaires. L'objet de ces revendications implique en conséquence également une activité inventive.

6. La description a été adaptée aux revendications modifiées et cite l'état de la technique pertinent, conformément aux dispositions de la CBE.

Dispositif

Par ces motifs, il est statué comme suit

1. La décision attaquée est annulée.
2. L'affaire est renvoyée à la première instance avec l'ordre de délivrer un brevet sur la base des documents suivants :

Revendications : N^o 1 à 6 déposées par télécopie du
7 octobre 2014,

Description : Pages 1 à 24 déposées par télécopie du
23 septembre 2014 ;
Page 8a déposée par télécopie du
7 octobre 2014 ;

Dessins : Feuille 1/4 à 4/4 de la version
publiée.

La Greffière :

La Présidente :



S. Sánchez Chiquero

T. Karamanli

Décision authentifiée électroniquement