

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 05.05.08.

30 Priorité : 18.09.07 JP 2007241061.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 20.03.09 Bulletin 09/12.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : MITSUBISHI ELECTRIC CORPORA-
TION — JP.

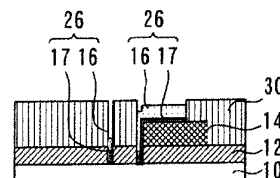
72 Inventeur(s) : KIKUCHI MATOBU, NAKAJIMA
YASUO, NAKASHIMA YOSHIYUKI et SAKUMA
HITOSHI.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 PHOTODETECTEUR A SEMICONDUCTEUR ET PROCEDE DE FABRICATION POUR CELUI-CI.

57 Procédé pour fabriquer un photodétecteur à semicon-
ducteur, comprenant: une étape de formation de film isolant
consistant à former un film isolant (12) sur un semiconduc-
teur (10); une étape de formation d'électrode consistant à
former une électrode (26) sur et au contact d'une zone pré-
déterminée d'une surface du semiconducteur (10); une éta-
pe de formation de réserve de protection de film isolant
consistant à former une réserve (30) sur le film isolant (12)
après l'étape de formation d'électrode; une étape de forma-
tion de couche d'alimentation électrique consistant à former
une couche d'alimentation électrique en métal sur la réserve
(30) et l'électrode (26); une étape de placage consistant à
plaquer un revêtement métallique sur une surface d'une
partie de la couche d'alimentation électrique après l'étape
de formation de couche d'alimentation électrique, la partie
étant au-dessus et au contact de l'électrode (26); une étape
d'attaque de couche d'alimentation électrique consistant,
après l'étape de placage, à éliminer par attaque la couche
d'alimentation électrique à l'exception d'une partie qui est
couverte par le revêtement métallique et sert de prolonge-
ment jusqu'à l'électrode (26); et une étape d'élimination de
réserve de protection de film isolant consistant à éliminer la
réserve après l'étape d'attaque de couche d'alimentation
électrique.



PHOTODETECTEUR A SEMICONDUCTEUR ET PROCEDE DE FABRICATION POUR CELUI-CI

La présente invention est relative à un photodétecteur à semiconducteur et,
5 plus particulièrement, à un photodétecteur à semiconducteur dont les films qui
isolent la surface supérieure ont l'épaisseur voulue, et qui, par conséquent, est apte à
recevoir et utiliser sur sa surface supérieure la lumière incidente. L'invention est
également relative à un procédé pour fabriquer un tel photodétecteur à
semiconducteur.

10

Un photodétecteur à semiconducteur convertit l'énergie lumineuse reçue en
énergie électrique et transmet le signal électrique résultant à un dispositif extérieur.
Sa surface supérieure est couverte de films isolants, à l'exception de la partie sur et
au contact de laquelle se trouve l'électrode supérieure. Une faible réflectivité pour la
15 lumière incidente qui atteint de photodétecteur est une importante propriété que
doivent avoir de tels films isolants.

Par ailleurs, dans le cas d'un photodétecteur du type apte à recevoir et
utiliser sur sa surface supérieure la lumière incidente, l'électrode supérieure
métallique porte de préférence un placage constitué par un revêtement métallique
20 pour assurer une résistance suffisante à la force extérieure appliquée à l'électrode du
fait du soudage de câblages, etc. Le placage nécessite que l'élaboration du
semiconducteur forme une couche d'alimentation électrique sur les films d'isolation
de la surface supérieure. Cette couche d'alimentation électrique a généralement une
structure qui comprend une couche de Ti et une couche de Au formée sur la couche
25 de Ti. La couche de Ti située sous la couche de Au renforce l'adhérence aux films
d'isolation. Il faut souligner qu'après le placage ci-dessus, les parties non désirées de
la couche d'alimentation électrique sont supprimées.

La technique antérieure comprend les demandes de brevets japonais n° 5-
275 549 et 5-218 212.

30 Cependant, de tels photodétecteurs à semiconducteur (dont l'électrode
supérieure comporte un placage constitué par un revêtement métallique réalisé par le
procédé de placage ci-dessus) présentent l'inconvénient suivant. Un traitement à
l'aide d'une solution chimique à base de HF est nécessaire pour éliminer la couche de
Ti constituant la couche d'alimentation électrique après le processus de placage. Cela
35 signifie que les films d'isolation sous la couche d'alimentation électrique risquent de

subir une réduction d'épaisseur en raison de ce traitement. Il faut souligner que l'attaque d'un métal (pas forcément limité à Ti) formé sur un film isolant réduit généralement dans une certaine mesure l'épaisseur du film. Cela risque d'empêcher le film isolant de fonctionner comme revêtement faiblement réfléchissant, ayant la faible réflectivité voulue.

La présente invention a été mise au point pour résoudre les problèmes ci-dessus. Par conséquent, la présente invention vise à réaliser un photodétecteur à semiconducteur dont les films d'isolation de la surface supérieure servent de revêtement faiblement réfléchissant ayant la faible réflectivité voulue, et à réaliser un procédé pour fabriquer un tel photodétecteur à semiconducteur.

Selon un premier aspect de la présente invention, un procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur comprend une étape de réalisation d'un semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur, une étape de formation de film isolant consistant à former un film isolant sur le semiconducteur, une étape de formation d'électrode consistant à former une électrode sur et au contact d'une zone prédéterminée d'une surface du semiconducteur, une étape de formation de réserve de protection du film isolant consistant à former une réserve sur le film isolant après l'étape de formation d'électrode, une étape de formation de couche d'alimentation électrique consistant à former une couche d'alimentation électrique en métal sur la réserve et l'électrode, une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique sur une surface d'une partie de la couche d'alimentation électrique après l'étape de formation de couche d'alimentation électrique, la partie étant située au-dessus et au contact de l'électrode, une étape d'attaque de couche d'alimentation électrique consistant, après l'étape de placage, à éliminer par attaque la couche d'alimentation électrique à l'exception d'une partie qui (est couverte par le revêtement métallique et) sert de prolongement de l'électrode, et une étape d'élimination de réserve de protection de film isolant consistant à éliminer la réserve après l'étape d'attaque de la couche d'alimentation électrique.

Selon un autre aspect de la présente invention, un procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur comprend une étape de réalisation de semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur, une étape de formation de film isolant consistant à former un film isolant sur le semiconducteur, une étape de formation de réserve protégeant le film isolant consistant à former une réserve sur le film isolant, une étape de formation de couche métallique consistant à former une

couche métallique sur et au contact d'une zone prédéterminée d'une surface du semiconducteur après l'étape de formation de réserve protégeant le film isolant, la couche métallique s'étendant de manière à couvrir la réserve, une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique sur une surface d'une partie de la
5 couche métallique après l'étape de formation de couche métallique, la partie servant d'électrode, une étape d'attaque de couche métallique consistant à, après l'étape de placage, à éliminer par attaque la couche métallique à l'exception de la partie servant d'électrode, et une étape d'élimination de réserve protégeant le film isolant consistant à éliminer la réserve après l'étape d'attaque de la couche métallique.

10 Selon un autre aspect de la présente invention, un procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur comprend une étape de réalisation de semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur, une étape de formation de film isolant consistant à former un film isolant sur le semiconducteur, une étape de formation d'électrode consistant à former une électrode sur et au contact d'une zone
15 prédéterminée d'une surface du semiconducteur, une étape de formation de réserve protégeant le film isolant consistant à former une réserve sur le film isolant après l'étape de formation d'électrode, une étape de formation de couche d'alimentation électrique consistant à former une couche d'alimentation électrique en Au sur la réserve et le film isolant après l'étape de formation de réserve protégeant le film
20 isolant, une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique sur une surface d'une partie de la couche d'alimentation électrique après l'étape de formation de la couche d'alimentation électrique, la partie étant située au-dessus et au contact de l'électrode, et une étape d'attaque de couche d'alimentation électrique consistant à éliminer par attaque la couche d'alimentation électrique à l'exception de la partie au
25 contact de l'électrode après l'étape de placage.

Selon un autre aspect de la présente invention, un procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur comprend une étape de réalisation d'un semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur, une étape de formation de film isolant consistant à former un film isolant sur le semiconducteur, une étape de
30 formation d'électrode consistant à former une électrode sur et au contact d'une zone prédéterminée d'une surface du semiconducteur, une étape de formation de couche d'alimentation électrique consistant à former une couche d'alimentation électrique en Au sur l'électrode et le film isolant après l'étape de formation d'électrode, une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique sur une surface d'une partie
35 de la couche d'alimentation électrique après l'étape de formation de la couche

d'alimentation électrique, la partie étant située au-dessus et au contact de l'électrode, et une étape d'attaque de couche d'alimentation électrique consistant à éliminer par attaque la couche d'alimentation électrique à l'exception de la partie au contact de l'électrode après l'étape de placage.

5 Selon un autre aspect de la présente invention, un photodétecteur à semiconducteur comprend un semiconducteur comportant une région d'un premier type de conductivité et une région d'un second type de conductivité au contact de la région du premier type de conductivité, un film isolant formé sur une surface du semiconducteur et comportant un espace vide étroit situé juste au-dessus d'une limite
10 entre les régions d'un premier et d'un second types de conductivité, et une électrode au contact du film isolant et formant une structure de pont d'air au-dessus de l'espace vide étroit situé juste au-dessus de la limite.

 Selon un autre aspect de la présente invention, un procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur comprend une étape de réalisation de
15 semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur comportant une région d'un premier type de conductivité et une région d'un second type de conductivité, une étape de formation d'un premier film isolant consistant à former un premier film isolant sur une surface du semiconducteur, le premier film isolant s'étendant au-dessus d'une limite entre les régions du premier et du second types de conductivité,
20 une étape de formation d'un second film isolant consistant à former un second film isolant sur le premier film isolant, le second film isolant comportant un espace vide étroit situé juste au-dessus de la limite, l'espace vide étroit s'étendant entre des faces d'extrémités du second film isolant et ayant d'étroites faces latérales ouvertes qui s'étendent perpendiculairement à la surface du semiconducteur, une étape de
25 formation d'électrode consistant à former une électrode sur et au contact d'une zone prédéterminée de la surface du semiconducteur, l'électrode s'étendant de manière à couvrir une partie d'une surface du second film isolant, une étape de formation de réserve de protection de films isolants consistant à former une réserve de protection de films isolants sur les premier et second films isolants après l'étape de formation de
30 l'électrode, la réserve de protection de films isolants comblant l'espace vide étroit situé juste au-dessus de la limite, une étape de formation de couche d'alimentation électrique consistant à former une couche d'alimentation électrique en métal sur la réserve de protection de films isolants et l'électrode, une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique sur une surface de la couche d'alimentation
35 électrique et une étape d'élimination de réserve de protection de films isolants

consistant à éliminer la réserve de protection de films isolants après l'étape de formation de couche d'alimentation électrique.

Selon un autre aspect de la présente invention, un procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur comprend une étape de réalisation de semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur comportant une région d'un premier type de conductivité et une région d'un second type de conductivité, une étape de formation d'un premier film isolant consistant à former un premier film isolant sur une surface du semiconducteur, le premier film isolant s'étendant au-dessus d'une limite entre les régions du premier et du second types de conductivité, une étape de formation d'un second film isolant consistant à former un second film isolant sur le premier film isolant, le second film isolant comportant un espace vide étroit situé juste au-dessus de la limite, l'espace vide étroit s'étendant entre des faces d'extrémités du second film isolant ayant d'étroites faces latérales ouvertes qui s'étendent perpendiculairement à la surface du semiconducteur, une étape de formation de réserve protégeant les films isolants consistant à former une réserve de protection de films isolants sur les premier et second films isolants, à l'exception d'une zone où une couche métallique est à former au contact du semiconducteur, la réserve de protection de films isolants comblant l'espace vide étroit, une étape de formation de couche métallique consistant à former la couche métallique au-dessus de la réserve de protection de films isolants, la couche métallique étant au contact de la zone du semiconducteur, une étape de placage consistant à former un revêtement métallique et une étape d'élimination de réserve de protection de films isolants consistant à éliminer la réserve de protection de films isolants après l'étape de formation de couche métallique.

Selon un autre aspect de la présente invention, un procédé comprend en outre une étape de formation de réserve pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique consistant à former une réserve sur le revêtement métallique avant l'étape d'attaque de couche d'alimentation électrique.

Selon un autre aspect de la présente invention, un procédé comprend en outre une étape d'optimisation de bande interdite consistant à former une région à bande interdite étroite dans la partie du semiconducteur destinée à être au contact de l'électrode, la région à bande interdite étroite ayant une bande interdite plus étroite que le semiconducteur.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par les dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est un photodétecteur à semiconducteur selon une première forme
5 de réalisation ;

la figure 2 est un schéma illustrant l'étape de formation de films isolants ;

la figure 3 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une électrode ;

la figure 4 est un schéma illustrant l'étape de formation d'un film isolant ;

la figure 5 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une couche
10 d'alimentation électrique ;

la figure 6 est un schéma illustrant l'étape de placage d'un revêtement métallique sur la surface supérieure de l'électrode ;

la figure 7 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une réserve pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique ;

la figure 8 est un schéma illustrant l'étape d'attaque de la couche
15 d'alimentation électrique ;

la figure 9 est un schéma illustrant l'étape d'élimination de la réserve de protection du film isolant ;

les figures 10 à 16 sont des schémas illustrant un procédé comparatif pour
20 fabriquer un photodétecteur à semiconducteur ;

la figure 17 est un schéma illustrant l'étape de formation de films isolants sur un semiconducteur ;

la figure 18 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une réserve de protection de films isolants ;

la figure 19 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une couche
25 métallique ;

la figure 20 est un schéma illustrant l'étape de placage d'un revêtement métallique sur la surface supérieure de la couche métallique ;

la figure 21 est un schéma illustrant l'étape d'attaque de la couche métallique
30 ;

la figure 22 est un schéma illustrant l'étape d'élimination de la réserve de protection de films isolants ;

la figure 23 représente un photodétecteur à semiconducteur selon la troisième forme de réalisation ;

la figure 24 est un schéma illustrant l'étape de formation de films isolants ;
35

la figure 25 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une électrode ;

la figure 26 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une réserve de protection de films isolants ;

la figure 27 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une couche d'alimentation électrique ;

la figure 28 est un schéma illustrant l'étape de placage d'un revêtement métallique ;

la figure 29 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une réserve pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique ;

la figure 30 est un schéma illustrant l'étape d'élimination par attaque de parties de la couche d'alimentation électrique ;

la figure 31 est un schéma illustrant l'étape d'élimination de la réserve de protection de films isolants ;

la figure 32 est un schéma illustrant une composition avant la formation d'une couche métallique ; et

la figure 33 est un schéma illustrant l'étape de formation d'une couche métallique.

Première forme de réalisation

La figure 1 (incluant les figures 1A à 1C) représente un photodétecteur à semiconducteur selon une première forme de réalisation de la présente invention. La figure 1A est une vue en plan du photodétecteur à semiconducteur et la figure 1B est une vue en coupe transversale prise suivant la ligne discontinue X-X' de la figure 1A. Il faut souligner que, comme la figure 1, chacune des figures qui suivront comprennent deux figures, ou davantage, désignées respectivement par les suffixes "A", "B", "C", et ainsi de suite, la figure désignée par le suffixe "B" étant une vue en coupe prise suivant la ligne discontinue X-X' de la figure désignée par le suffixe "A", qui représente une vue en plan.

En référence aux figures 1A et 1B, on va maintenant décrire la configuration du photodétecteur à semiconducteur selon la présente forme de réalisation. Le présent photodétecteur à semiconducteur comprend un semiconducteur (ou substrat semiconducteur) 10, par exemple en InP. Le semiconducteur 10 comporte une photodiode formée dans celui-ci, laquelle est le principal composant fonctionnel du photodétecteur à semiconducteur. Un premier film isolant 12, par exemple en SiN, est formé sur la surface du semiconducteur 10, et un second film isolant 14 est formé

sur une zone prédéterminée de la surface du premier film isolant 12. Une partie d'une électrode (décrite plus loin) est formée sur le second film isolant 14.

Une tranchée annulaire est formée dans une partie prédéterminée du premier film isolant 12 (cf. figures 1A et 1B). Une couche de Ti 17 est formée dans cette tranchée de manière à être au contact du semiconducteur 10. Ainsi, la surface du semiconducteur 10 est couverte par le premier film isolant 12 et la couche de Ti 17. En outre, la couche de Ti 17 s'étend de manière à couvrir les parois de la tranchée dans le premier film isolant 12 et à couvrir partiellement une paroi latérale et la surface supérieure du second film isolant 14.

Une couche de Au 16 est formée de manière à juste couvrir la surface supérieure de la couche de Ti 17. La couche de Ti 17 et la couche de Au 16 forment conjointement une électrode 26. Un revêtement métallique 20 est plaqué sur toute la surface supérieure de la couche de Au 16. Le revêtement métallique 20 sert à accroître la résistance du photodétecteur à semiconducteur ou de l'électrode à une force extérieure appliquée à celui-ci/celle-ci du fait des soudages de câblages, etc. La figure 1C représente une vue détaillée en plan du revêtement métallique 20. En référence à la figure 1C, le revêtement métallique 20 comporte une partie annulaire F, une partie de connexion ou en pont E et une partie ronde D. Il faut souligner que l'électrode 26 a, en plan, la même forme que le revêtement métallique 20 représenté sur la figure 1C, puisque le revêtement métallique 20 est formé de manière à juste couvrir la surface supérieure de l'électrode 26. Par conséquent, l'électrode 26 comporte également une partie annulaire F, une partie de connexion E et une partie ronde D. La partie de connexion E et la partie ronde D de l'électrode 26 sont formées sur le second film isolant 14 et la partie annulaire F de l'électrode 26 est formée sur le semiconducteur 10.

Ainsi s'achève la description de la configuration du photodétecteur à semiconducteur selon la présente forme de réalisation. En référence aux figures 2 à 9, on va maintenant décrire un procédé pour fabriquer ce photodétecteur à semiconducteur.

Les figures 2A et 2B sont des schémas illustrant l'étape de formation de films isolants sur un semiconducteur 10 (ce qu'on appellera ci-après l'étape de "formation de films isolants"). En particulier, lors de cette étape, un premier film isolant 12 est formé sur toute la surface du semiconducteur 10, et un second film isolant 14 est formé sur une zone prédéterminée de la surface du premier film isolant 12, comme représenté sur la figure 2B. Le second film isolant 14 a, en plan, une

forme rectangulaire, avec un angle abattu pour former un évidement en forme d'arc, comme représenté sur la figure 2A. La courbure de cet évidement est déterminée par la forme voulue de l'électrode formée ultérieurement au cours du processus. En outre, la position du second film isolant 14 est également déterminée par la position voulue de l'électrode (formée sur le second film isolant 14). Le premier film isolant 12 et le second film isolant 14 protègent le semiconducteur 10 et servent également de revêtements faiblement réfléchissants. De la sorte, les premier et second films isolants 12 et 14 sont formés de manière à avoir une épaisseur permettant une protection complète du semiconducteur 10 et pour servir de revêtements faiblement réfléchissants ayant la réflectivité voulue.

Les figures 3A et 3B sont des schémas illustrant l'étape de formation d'une électrode au contact du semiconducteur 10 (ce qu'on appellera ci-après l'étape de "formation d'électrode"). Cette étape est réalisée juste après l'étape ci-dessus de formation de films isolants, et commence par l'élimination par attaque d'une partie prédéterminée du premier film isolant 12 afin de découvrir la zone où l'électrode est à former au contact du semiconducteur 10. De la sorte, une tranchée annulaire qui atteint la surface du semiconducteur 10 est formée dans le premier film isolant 12, en découvrant de ce fait la partie annulaire correspondante de la surface du semiconducteur 10. Ensuite, une couche de Ti 17 est formée sur la partie découverte de la surface du semiconducteur 10 (à l'intérieur de la tranchée). La couche de Ti 17 s'étend de manière à couvrir les parois de la tranchée et une paroi latérale du second film isolant 14 et à couvrir partiellement la surface supérieure du second film isolant 14. Ainsi, la couche de Ti 17 comprend plusieurs parties formées d'un seul tenant. La vue en plan de cette couche de Ti 17 est telle que représenté sur la figure 1C. Une couche de Au 16 est ensuite formée pour juste couvrir la surface supérieure de la couche de Ti 17. La couche de Ti 17 et la couche de Au 16 forment conjointement une électrode 26. La vue en plan de l'électrode 26 est également telle que représenté sur la figure 1C. L'électrode 26 comporte une partie annulaire F, une partie de connexion E et une partie ronde D. La partie annulaire F de l'électrode 26 est au contact de la surface du semiconducteur 10 et s'étend perpendiculairement à celle-ci. En outre, la partie de connexion E et la partie ronde D de l'électrode 26 sont formées sur la surface supérieure du second film isolant 14 et s'étendent également perpendiculairement à la surface du semiconducteur 10. Il faut souligner que l'électrode 26 peut être formée par décollement (« lift-off »), etc.

Les figures 4A et 4B sont des schémas illustrant l'étape de formation d'une réserve 30 de protection de films isolants (ci-après, appelée étape de "formation de réserve de protection de films isolants"). Cette étape est réalisée juste après l'étape ci-dessus de formation d'électrode. Lors de cette étape, la réserve 30 de protection de films isolants est formée sur toutes les surfaces découvertes du premier film isolant 12 et du second film isolant 14 de manière à découvrir partiellement ou entièrement la surface supérieure de la couche de Au 16, ou l'électrode 26 (cf. figure 4B). Plus particulièrement, un revêtement de réserve est formé sur toute la surface de la tranche de semiconducteur, puis un motif y est creusé pour former un masque de réserve (c'est-à-dire la réserve 30 de protection de films isolants). Il faut souligner que la réserve 30 de protection de films isolants sert à protéger les premier et second films isolants 12 et 14. Ainsi, à la suite de cette étape, la surface de la tranche de semiconducteur est couverte par la couche de Au 16 et la réserve 30 de protection de films isolants.

Les figures 5A et 5B sont des schémas illustrant l'étape de formation d'une couche d'alimentation électrique 32 (ci-après appelée étape de "formation de couche d'alimentation électrique"). Cette étape est réalisée juste après l'étape ci-dessus de formation de réserve de protection de films isolants. Selon la présente forme de réalisation, la couche d'alimentation électrique 32 est une couche métallique constituée de Au et sert au placage. En particulier, lors de cette étape, la couche d'alimentation électrique 32 est formée de manière à couvrir la surface découverte de la couche de Au 16 et les surfaces de la réserve 30 de protection de films isolants.

Les figures 6A et 6B sont des schémas illustrant l'étape de placage d'un revêtement métallique 36 sur la surface supérieure de l'électrode (ce qu'on appellera ci-après l'étape de "placage"). Cette étape est réalisée juste après l'étape ci-dessus de formation de couche d'alimentation électrique. En particulier, après la formation de la couche d'alimentation électrique 32 comme représenté sur les figures 5A et 5B, un revêtement de réserve photosensible pour le placage est formé sur toute la surface de la tranche de silicium et un motif y est créé pour découvrir la surface supérieure de l'électrode 26 (sur lequel est destiné à être formé le revêtement métallique). Ensuite, la surface supérieure découverte de l'électrode 26 est plaquée avec le revêtement métallique 36, puis le motif de réserve pour le placage est éliminé. Ainsi, le revêtement métallique 36 couvre juste toute la surface supérieure de l'électrode 26. Ce revêtement métallique sert à assurer la résistance à une force extérieure appliquée au photodétecteur à semiconducteur ou à l'électrode du fait d'une soudure de câblage,

etc. Globalement, il a une épaisseur plus grande que celle de la couche d'alimentation électrique. Il faut souligner que la vue en plan du revêtement métallique 36 est également tel que représenté sur la figure 1C.

Les figures 7A et 7B sont des schémas illustrant l'étape de formation d'une
5 réserve 38 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique (ce qu'on appellera ci-après l'étape de "formation de réserve pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique"). Cette étape est réalisée juste après l'étape de placage ci-dessus. Cette étape est réalisée avant l'attaque de la couche d'alimentation électrique 32 pour la
10 raison suivante : si la couche d'alimentation électrique 32 est éliminée par attaque sans la réserve ci-dessus juste après la formation du revêtement métallique 36, cela risque de provoquer une réduction de l'épaisseur du revêtement métallique 36. Par conséquent, la réserve 38 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique est formée sur le revêtement métallique 36, comme illustré sur les figures 7A et 7B, afin d'éviter une réduction de son épaisseur au moment où la couche d'alimentation
15 électrique 32 sera attaquée. Il faut souligner que la réserve 38 est formée en formant un revêtement de réserve photosensible sur toute la surface de la tranche de semiconducteur et en créant un motif dans celui-ci.

Les figures 8A et 8B sont des schémas illustrant l'étape d'attaque de la
couche d'alimentation électrique 32 (ci-après appelée étape de "attaque de couche
20 d'alimentation électrique"). Cette étape est réalisée après l'étape ci-dessus de formation de réserve pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique. En particulier, les parties de la couche d'alimentation électrique non couvertes par la réserve 38 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique sont éliminées par
25 attaque après la formation de la réserve 38. Ainsi, cette partie de la couche d'alimentation électrique située sur l'électrode 26 n'est pas attaquée et reste comme un prolongement vers l'électrode 26.

Les figures 9A et 9B sont des schémas illustrant l'étape d'élimination de la
réserve de protection 30 de films isolants (ce qu'on appellera ci-après l'étape de
"élimination de la réserve de protection de films isolants"). Cette étape est réalisée
30 après l'étape ci-dessus d'attaque de couche d'alimentation électrique. Puisque le premier film isolant 12 et le second film isolant 14 sont au-dessous et au contact de la réserve de protection 30 de films isolants, il est préférable que l'élimination de la réserve 30 soit réalisée de façon que les épaisseurs de ces films isolants ne soient pas réduites. Ainsi, une fois que l'étape de formation de films isolants a formé le premier
35 et le second films isolants 12 et 14 sur une épaisseur permettant d'optimiser les

caractéristiques optiques du dispositif, il est préférable que les étapes ultérieures ne les modifient pas. Par conséquent, cette étape d'élimination de la réserve de protection 30 de films isolants ne comporte aucun traitement affectant les épaisseurs des premier et second films isolants 12 et 14, ce qui maintient donc ces épaisseurs aux valeurs voulues. Il faut souligner que la réserve 38 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique peut également être éliminée lors de cette étape d'élimination de réserve de protection de films isolants ou qu'elle peut être éliminée au cours d'une autre étape. Les figures 9A et 9B illustrent les résultats de l'étape d'élimination de réserve pour la protection de films isolants.

Pour mieux comprendre les caractéristiques de la présente forme de réalisation, il sera utile de décrire un procédé comparatif de fabrication d'un photodétecteur à semiconducteur, en référence aux figures 10 à 16. Ce procédé commence par former tout d'abord un film isolant 102 sur un semiconducteur (ou un substrat semiconducteur) 100, puis par la formation d'un film isolant 104 sur une zone prédéterminée de la surface du film isolant 102, comme illustré sur les figures 10A et 10B.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 10A et 10B, le procédé passe à l'étape de formation de couches d'alimentation électrique (106, 108), comme représenté sur les figures 11A et 11B. L'étape commence par la formation d'une tranchée annulaire, par attaque, dans une partie prédéterminée du film isolant 102 afin de découvrir la zone où une électrode est destinée à être formée au contact du semiconducteur 100, comme représenté sur les figures 11A et 11B. Une couche d'alimentation électrique Ti106, en Ti, est ensuite formée pour couvrir la surface du semiconducteur 100 découverte par attaque et pour couvrir les surfaces des films isolants 102 et 104. Ainsi, toute la surface de la tranche de semiconducteur est couverte par la couche d'alimentation électrique Ti106. Une couche d'alimentation électrique Au108, en Au, est ensuite formée sur toute la surface de la couche d'alimentation électrique Ti106. Il faut souligner que des parties des couches d'alimentation électrique Ti106 et Au108 ne sont pas éliminées par les étapes ultérieures (dont l'étape ultérieure de placage) et restent sous la forme d'électrodes au contact du semiconducteur 100.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 11A et 11B, le procédé passe à l'étape de placage d'un revêtement métallique 110 sur la couche d'alimentation électrique Au108, comme illustré sur les figures 12A et 12B. En particulier, lors de cette étape, le revêtement métallique 110 est formé sur une

zone prédéterminée de la surface de la couche d'alimentation électrique Au108. Il faut souligner que les parties des couches d'alimentation électrique Ti106 et Au108 sous le revêtement métallique 110 deviendront des électrodes (comme décrit plus loin).

5 Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 12A et 12B, le procédé passe à l'étape de formation d'une réserve 112 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique, comme illustré sur les figures 13A et 13B. En particulier, lors de cette étape, la réserve 112 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique est formée sur toute la surface supérieure du revêtement
10 métallique 110.

 Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 13A et 13B, le procédé passe à l'étape d'attaque de parties de la couche d'alimentation électrique Au108, comme illustré sur les figures 14A et 14B. En particulier, lors de cette étape, les parties de la couche d'alimentation électrique Au108 non couvertes
15 par le revêtement métallique 110 sont éliminées par attaque. Ainsi, la partie de la couche d'alimentation électrique Au108 sous le revêtement métallique 110 reste non attaquée et est ci-après appelée "électrode 114 en Au".

 Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 14A et 14B, le procédé passe à l'étape d'attaque de parties de la couche d'alimentation électrique Ti106, comme illustré sur les figures 15A et 15B. En particulier, lors de cette étape, les parties de la couche d'alimentation électrique Ti106 non couvertes par l'électrode 114 en Au sont éliminées par attaque à l'aide d'une solution chimique à base de HF. De la sorte, la partie de la couche d'alimentation électrique Ti106 sous l'électrode 114 en Au reste non attaquée et est appelée ci-après "électrode 116 en Ti".
20 Au terme de cette étape, la réserve 112 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique est éliminée, comme illustré sur les figures 16A et 16B.

 Ce procédé comparatif pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur présente l'inconvénient suivant. Puisque la couche d'alimentation électrique Ti106 est au contact des films isolants 102 et 104, ces films isolants risquent de subir une
30 réduction d'épaisseur lorsque la couche d'alimentation électrique Ti106 est attaquée par la solution chimique à base de HF. Cela doit être évité, puisque lors de l'étape de formation de films isolants, les films isolants 102 et 104 sont formés sur des épaisseurs permettant d'optimiser les caractéristiques optiques du dispositif. (De préférence, les étapes ultérieures ne doivent pas modifier ces épaisseurs). Plus
35 particulièrement, les films isolants 102 et 104 formés lors de l'étape de formation de

films isolants de ce procédé comparatif ont déjà les épaisseurs voulues qui leur permettent de servir de revêtements faiblement réfléchissants. Ainsi, avec ce procédé de fabrication comparatif, la solution chimique à base de HF pour attaquer la couche d'alimentation électrique Ti106 risque d'atteindre et d'attaquer les films isolants 102 et 104, ce qui peut empêcher le dispositif d'avoir les caractéristiques optiques voulues. En outre, les solutions chimiques utilisées pour attaquer d'autres métaux peuvent également réduire l'épaisseur des films isolants.

Afin d'éviter ces problèmes, le procédé selon la présente invention fabrique un photodétecteur à semiconducteur de la manière ci-après. En référence aux figures 4 et 5, comme décrit plus haut, la réserve 30 de protection de films isolants est formée sur la totalité des surfaces découvertes du premier film isolant 12 et du second film isolant 14 de manière à découvrir la couche de Au (ou l'électrode), puis la couche d'alimentation électrique 32 est formée sur toute la surface de la tranche de semiconducteur. Ainsi, la couche d'alimentation électrique 32 n'est pas au contact des premier et second films isolants 12 et 14. Avec cet agencement, la couche d'alimentation électrique 32 peut être éliminée par attaque sans réduction de l'épaisseur des premier et second films isolants 12 et 14, puisque la réserve 30 de protection de films isolants protège ces films contre l'agent d'attaque. Par ailleurs, puisque l'électrode 26 (constituée de la couche 17 de Ti et de la couche 16 d'Au formée sur la couche 17 de Ti) est située sous et sépare la couche d'alimentation électrique 32 d'avec le semiconducteur 10, la couche d'alimentation électrique 32 peut être en Au. Il faut souligner que, à la différence d'une couche de Ti, l'élimination d'une couche de Au par attaque ne nécessite pas de solution chimique à base de HF. Par ailleurs, une région à bande interdite étroite (ayant une bande interdite plus étroite que les autres régions du dispositif) peut être formée dans la partie du semiconducteur 10 au contact de l'électrode 26 afin de réduire la résistance du dispositif. Ainsi, dans le procédé selon la présente forme de réalisation pour fabriquer un dispositif à semiconducteur (ayant la configuration décrite ci-dessus), un revêtement métallique peut être formé sur la surface supérieure de l'électrode supérieure sans réduire les épaisseurs des films d'isolation de la surface supérieure. En outre, ce procédé peut être adapté à la fabrication d'un photodétecteur à semiconducteur ayant une résistance réduite du dispositif.

Bien que la couche d'alimentation électrique 32 ait été décrite comme étant faite de Au, la couche peut être faite de n'importe quel métal approprié, par exemple Ti/Au, ce qui permet de l'éliminer à l'aide d'une solution chimique adéquate. Puisque

la couche d'alimentation électrique 32 est séparée des films isolants situés sous celle-ci par la réserve 30, elle peut être éliminée par attaque sans réduire l'épaisseur de ces films isolants (ce qui constitue le principal, avantage de la présente forme de réalisation).

5 Bien que, dans la présente forme de réalisation, la couche d'alimentation électrique 32 soit attaquée avec la réserve 38 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique sur le revêtement métallique 36, dans d'autres formes de réalisation la réserve 38 peut être absente sans perte des avantages de la présente forme de réalisation. Ainsi, lorsque le revêtement métallique 36 a une épaisseur bien
10 plus grande que celle de la couche d'alimentation électrique 32, il est possible de négliger l'endommagement du revêtement métallique 36 provoqué lorsque la couche d'alimentation électrique 32 est attaquée en l'absence de réserve pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique sur le revêtement métallique 36.

Par ailleurs, l'étape de formation de la réserve 30 de protection de films
15 isolants peut être supprimée dans le procédé selon la présente forme de réalisation si le premier film isolant 12 et le second film isolant 14 ne subissent pas de réduction excessive d'épaisseur lorsque la couche d'alimentation électrique 32 en Au est attaquée après sa formation directement au contact de ces films isolants. Il faut souligner que, de façon générale, l'attaque d'une couche de Au sur un film isolant ne
20 provoque qu'une légère diminution de l'épaisseur du film isolant en comparaison de l'attaque d'une couche de Ti sur un film isolant (comme dans le procédé comparatif ci-dessus). Par conséquent, la couche d'alimentation électrique peut être en matière autre que Ti, notamment Au, et la réserve 30 de protection de films isolants peut être absente, tout en empêchant une forte diminution de l'épaisseur des films isolants
25 lorsque la couche d'alimentation électrique est attaquée. Ainsi, un photodétecteur à semiconducteur peut être fabriqué en réalisant les étapes illustrées sur les figures 10 à 16 mais sans formation de la couche d'alimentation électrique Ti106.

Bien que l'électrode et les films isolants utilisés dans la présente forme de réalisation aient été décrits comme ayant une forme particulière, ils peuvent avoir
30 d'autres formes tout en restant dans le cadre de la présente forme de réalisation.

Le photodétecteur à semiconducteur selon la présente forme de réalisation peut comporter une région à bande interdite étroite afin de réduire la résistance du dispositif. La figure 9C représente une région 11 à bande interdite étroite disposée dans la surface du semiconducteur 10. Il faut souligner que la région à bande
35 interdite étroite est formée au moins avant la formation de la couche 17 de Ti (non au

terme de la fabrication du dispositif). La région 11 à bande interdite étroite sert à réduire la résistance du dispositif.

Par ailleurs, selon la présente forme de réalisation, la réserve 30 de protection de films isolants est formée après la formation de l'électrode 26 ayant une épaisseur prédéterminée. Cela signifie que l'épaisseur de l'électrode 26 peut être ajustée en fonction de l'épaisseur de la réserve 30 de protection de films isolants à former de manière à limiter la différence de hauteur entre leurs surfaces supérieures (cf. figures 4 et 5). En particulier, si la surface supérieure de l'électrode 26 est beaucoup plus bas que celle de la réserve 30 de protection de films isolants, la formation ultérieure de la couche d'alimentation électrique 32 (en Au) risque d'échouer car elle doit être déposée sur la surface très concave ou étagée formée par ces surfaces supérieures. Selon la présente forme de réalisation, cela peut être évité en accroissant l'épaisseur de l'électrode 26 et, de ce fait, en réduisant la différence de hauteur entre les surfaces supérieures de l'électrode 26 et de la réserve adjacente 30 de protection de films isolants.

Deuxième forme de réalisation

Une deuxième forme de réalisation de la présente invention propose un procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur d'une manière plus simple en formant une couche métallique qui sert à la fois d'électrode et de couche d'alimentation électrique.

On va maintenant décrire les étapes de ce procédé. Les figures 17A et 17B sont des schémas illustrant l'étape de formation de films isolants sur un semiconducteur (ou un substrat semiconducteur) 50 (ci-après appelée l'étape de "formation de films isolants"). En particulier, lors de cette étape, un premier film isolant 52 est formé sur toute la surface du semiconducteur 50 et un second film isolant 54 est formé sur une zone prédéterminée de la surface du premier film isolant 52, comme représenté sur la figure 17B. Comme le second film isolant 54 de la première forme de réalisation, le second film isolant 54 a, en plan, une forme rectangulaire avec un angle abattu pour former un évidement en forme d'arc, comme représenté sur la figure 17A.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 17A et 17B, le procédé passe à l'étape de formation d'une réserve 56 de protection de films isolants, comme illustré sur les figures 18A et 18B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "formation de réserve de protection de films isolants".) Lors de cette étape,

la réserve 56 de protection de films isolants est formée sur les surfaces des premier et second films isolants 52 et 54, sauf sur la zone où une électrode est destinée à être formée au contact du semiconducteur 50. De la sorte, la réserve 56 de protection de films isolants ne couvre que partiellement le second film isolant 54. Plus
5 particulièrement, la réserve 56 de protection de films isolants est formée en commençant par former un revêtement de réserve photosensible sur toute la surface du semiconducteur, puis en gravant un motif dans celle-ci.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 18A et 18B, le procédé passe à l'étape de formation d'une couche métallique 58, comme
10 illustré sur les figures 19A et 19B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "formation de couche métallique".) Lors de cette étape, la couche métallique 58 est formée de manière à couvrir la réserve 56 de protection de films isolants et la zone (ou la tranchée) où l'électrode est destinée à être formée au contact du semiconducteur 50 (c'est-à-dire que la couche métallique 58 couvre toute la surface
15 de la tranche de semiconducteur). Plus particulièrement, tout d'abord une couche de Ti est formée de manière à couvrir la réserve 56 de protection de films isolants, les surfaces découvertes des premier et second films isolants 52 et 54 et la surface découverte du semiconducteur 50. Ensuite, une couche de Au est formée sur toute la surface de la couche de Ti. Ces couches métalliques servent de couches
20 d'alimentation électrique pour l'étape ultérieure de placage. En outre, des parties de la couche de Ti et de la couche de Au ne sont pas éliminées par les étapes ultérieures et restent sous la forme d'électrodes. Il faut souligner que, sur les figures 19A et 19B, la couche de Ti et la couche de Au sont représentées collectivement sous la forme de la couche métallique 58. Ainsi, du fait de cette étape, la surface de la tranche de
25 semiconducteur est couverte par la couche de Au.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 19A et 19B, le procédé passe à l'étape de placage d'un revêtement métallique 60 sur la surface supérieure de la couche métallique 58, comme illustré sur les figures 20A et 20B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "placage".) Puisque cette étape est
30 semblable à l'étape de placage de la première forme de réalisation décrite en référence aux figures 6A et 6B, on s'abstiendra d'en donner une description ici. Comme décrit plus haut, la couche métallique 58 sert de couche d'alimentation électrique pour l'étape de placage ultérieure, et la partie de la couche métallique 58 située sous le revêtement métallique 60 n'est pas éliminée par les étapes ultérieures et
35 reste liée comme électrode.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 20A et 20B, le procédé passe à l'étape d'attaque de la couche métallique 58, comme illustré sur les figures 21A et 21B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "attaque de couche métallique".) En particulier, lors de cette étape, la couche métallique 58 est éliminée par attaque à l'exception de la partie couverte par le revêtement métallique 60. La partie restante de la couche métallique 58 sert d'électrode. Une solution chimique à base de HF est utilisée comme agent d'attaque, puisque la couche métallique 58 comporte la couche de Ti. Il faut souligner que, puisque la partie de la couche de Ti située sous le revêtement métallique 60 n'est pas attaquée (Comme décrit plus haut), la solution chimique à base de HF n'atteint pas les premier et second films isolants 52 et 54 et ne réduit donc pas leur épaisseur. La partie non attaquée de la couche métallique 58 reste comme électrode (59).

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 21A et 21B, le procédé passe à l'étape d'élimination de la réserve 56 de protection de films isolants, comme illustré sur les figures 22A et 22B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "élimination de la réserve de protection de films isolants"). Cette étape d'élimination de réserve de protection de films isolants termine la fabrication du photodétecteur à semiconducteur représenté sur les figures 22A et 22B.

Ainsi, le procédé selon la présente forme de réalisation fabrique de la manière ci-après un photodétecteur à semiconducteur. En référence aux figures 19 et 20, comme décrit plus haut, la couche métallique 58 servant de couche d'alimentation électrique est formée sur toute la surface de la tranche et le revêtement métallique 60 est formé sur une zone prédéterminée de la surface de la couche métallique 58. La couche métallique 58 est ensuite éliminée par attaque, sauf la partie couverte par le revêtement métallique 60. La partie non attaquée de la couche métallique 58 reste comme électrode 59. Cela supprime la nécessité d'un processus séparé de formation d'électrode. En outre, lorsque la couche de Ti constituant la couche métallique 58 est attaquée, l'agent d'attaque (ou la solution chimique) n'atteint pas les premier et second films isolants 52 et 54 et ne réduit donc pas leur épaisseur, puisque la réserve 56 de protection de films isolants couvre et protège ces films.

Ainsi, le procédé selon la présente forme de réalisation permet la fabrication d'un photodétecteur à semiconducteur dans lequel les films d'isolation de la surface supérieure ont les épaisseurs voulues et l'électrode supérieure porte un revêtement métallique protecteur, sans le recours à une étape séparée de formation d'électrode.

Bien que l'électrode et les films isolants utilisés dans la présente forme de réalisation aient été décrits comme ayant une forme particulière, ils peuvent avoir d'autres formes tout en restant dans le cadre de la présente forme de réalisation.

5 Une région à bande interdite étroite ayant une bande interdite plus étroite que le semiconducteur 50 peut être formée dans la partie du semiconducteur 50 au contact de l'électrode afin de réduire la résistance du dispositif, comme dans la première forme de réalisation.

10 Bien que la couche métallique 58 ait été décrite comme étant formée de Ti et Au, elle peut être faite de n'importe quelle matière appropriée lui permettant de servir à la fois de couche d'alimentation électrique et d'électrode.

Une réserve pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique peut être formée sur le revêtement métallique 60 avant l'attaque de la couche métallique 58. La réserve pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique protège le revêtement métallique 60 contre un endommagement dû à l'attaque du métal.

15 En outre, l'étape de formation de la réserve 56 de protection de films isolants peut être supprimée dans le procédé selon la présente forme de réalisation si cette suppression n'amène pas les premier et second films isolants 52 et 54 à subir une trop grande diminution d'épaisseur lorsque la couche métallique 58 est attaquée.

20 **Troisième forme de réalisation**

Une troisième forme de réalisation de la présente invention propose un photodétecteur à semiconducteur dont les films isolants de la surface supérieure ont les épaisseurs voulues et qui présente un courant d'obscurité réduit, et propose également un procédé pour fabriquer un tel photodétecteur à semiconducteur. Les figures 23A, 23B et 23C représentent un photodétecteur à semiconducteur selon la présente forme de réalisation. La figure 23B est une vue en coupe du photodétecteur, prise suivant la ligne discontinue X-X' de la figure 23A. En référence à la figure 23B, ce photodétecteur à semiconducteur comprend un semiconducteur (ou substrat semiconducteur) 74 qui comporte une région 70 d'un premier type de conductivité et une région 72 d'un second type de conductivité. Un premier film isolant 76 est formé sur toute la surface du semiconducteur 74, sauf sur la zone sur et au contact de laquelle se trouve une électrode.

30 Un second film isolant 78 est disposé sur le premier film isolant 76. On notera que la zone de la surface supérieure du premier film isolant 76 se trouve juste au-dessus de la limite entre la région 70 du premier type de conductivité et la région

35

72 du second type de conductivité. Cette zone est appelée ci-après "zone au-dessus de la limite". Le second film isolant 78 est formé sur deux régions séparées de la surface du premier film isolant 76, entre lesquelles est intercalée ladite zone au-dessus de la limite. La configuration du second film isolant 78 va maintenant être
5 décrite en référence à la figure 23C, qui représente une vue en plan. Le second film isolant 78 comporte une première partie 77 et une seconde partie 75. La première partie 77 a la forme d'un segment d'anneau (ou la forme d'un arc), en plan, et la seconde partie 75 a une forme rectangulaire, en plan, avec un angle abattu pour former un évidement en forme d'arc. Une partie en pont 82 est définie entre les
10 première et seconde parties 77 et 75, comme représenté sur les figures 23B et 23C. Ainsi, la partie en pont 82 est un espace vide étroit qui a la forme d'un segment d'anneau (ou la forme d'un arc) , en plan, et s'étend vers le haut jusqu'à une hauteur prédéterminée depuis la zone du premier film isolant 76 au-dessus de la limite.

Le photodétecteur à semiconducteur comprend en outre une couche 79 de Ti
15 qui fait partie de l'électrode et se trouve au contact du semiconducteur 74. La couche 79 de Ti s'étend de façon à couvrir une zone prédéterminée de la surface du second film isolant 78. Il faut souligner que la couche de Ti 79 ne s'étend pas jusque dans la partie en pont 82 par-dessus la zone au-dessus de la limite.

Une couche 80 de Au est formée sur et au contact de la couche 79 de Ti. La
20 couche 80 de Au et la couche 79 de Ti forment conjointement l'électrode de la présente forme de réalisation. Plus particulièrement, la couche 80 de Au couvre toute la surface supérieure de la couche 79 de Ti et s'étend de manière à se trouver au-dessus de la partie en pont 82. (Elle ne s'étend pas jusque dans la partie en pont 82.) La couche 80 de Au fait corps avec la couche 79 de Ti pour former l'une avec l'autre
25 l'électrode. (En revanche, comme décrit plus haut, le second film isolant 78 est constitué de deux parties séparées : la première partie 77 et la seconde partie 75.)

Un revêtement métallique 84 couvre juste la surface supérieure de la couche 80 en Au. Ainsi, le revêtement métallique 84 a, vu en plan, la même configuration que la couche 80 de Au. La description de la configuration du photodétecteur à
30 semiconducteur selon la présente forme de réalisation est ainsi sensiblement terminée. Il faut souligner que la partie en pont 82 (qui est en réalité un étroit espace vide ayant une forme de segment d'anneau) est enfermée par la combinaison de la couche 80 de Au, de la couche 79 de Ti, du second film isolant 78 et du premier film isolant 76, à l'exception des deux étroites faces latérales ouvertes, comme représenté
35 sur les figures 23A à 23C.

On va maintenant décrire un procédé selon la présente forme de réalisation pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur configuré de la manière décrite ci-dessus. Ce photodétecteur à semiconducteur comprend un semiconducteur (ou substrat semiconducteur) 74 qui comporte une région 70 d'un premier type de conductivité et une région 72 d'un second type de conductivité qui se rencontrent au niveau d'une limite (cf. figure 24B). Cette limite joue un rôle important dans la présente forme de réalisation, comme décrit plus loin. (Bien que les photodétecteurs à semiconducteur selon la première et la deuxième formes de réalisation comportent eux aussi une telle limite, elle ne fait pas partie des aspects novateurs de ces formes de réalisation et a donc été omise dans leur description.) Le procédé selon la présente forme de réalisation commence par la formation de films isolants sur le semiconducteur 74, comme illustré sur les figures 24A et 24B. En particulier, tout d'abord un premier film isolant 76 est formé sur toute la surface du semiconducteur 74. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "formation du premier film isolant".) Ensuite, un second film isolant 78 est formé sur deux zones prédéterminées séparées de la surface du premier film isolant 76. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "formation du second film isolant".) Plus particulièrement, le second film isolant 78 comporte une première partie 77 et une seconde partie 75 formées chacune sur l'une, respective, desdites zones séparées du premier film isolant 76. Comme le second film isolant 78 a déjà été décrit en référence à la figure 23C, on ne donnera pas ici une description détaillée de celui-ci.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 24A et 24B, le procédé passe à l'étape de formation d'une électrode, comme illustré sur les figures 25A et 25B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "formation d'électrode".) En particulier, lors de cette étape, pour commencer une couche 79 de Ti est formée sur et au contact d'une zone prédéterminée de la surface du semiconducteur 74 (cf. figure 25B). Cette couche s'étend jusqu'à couvrir une zone prédéterminée de la surface du second film isolant 78. Il faut souligner que la couche 79 de Ti ne s'étend pas jusque dans l'étroit espace vide (décrit en référence à la figure 23) formé dans le second film isolant 78 et situé juste au-dessus de la limite entre la région 70 du premier type de conductivité et la région 72 du second type de conductivité du semiconducteur 74. Ensuite, une couche 91 de Au est formée pour couvrir juste la surface supérieure de la couche 79 de Ti. Ainsi, la couche 79 de Ti et la couche 91 de Au sont formées chacune dans deux zones séparées, qui sont séparées par l'étroit espace vide situé juste au-dessus de la limite, comme représenté

sur la vue en plan de la figure 25A. La couche 79 de Ti et la couche 91 de Au forment une partie de l'électrode.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 25A et 25B, le procédé passe à l'étape de formation d'une réserve 88 de protection de films isolants, comme illustré sur les figures 26A et 26B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "formation de réserve de protection de films isolants".) En particulier, lors de cette étape, la réserve 88 de protection de films isolants est formée sur les surfaces découvertes du premier film isolant 76 et du second film isolant 78. La réserve 88 de protection de films isolants comble également l'espace vide étroit qui se trouve au-dessus de la limite entre la région 70 du premier type de conductivité et la région 72 du second type de conductivité et qui sépare l'une de l'autre les première et seconde parties 77 et 75 du second film isolant 78 et qui s'étend à travers la couche 79 de Ti et la couche 91 de Au formées sur le second film isolant 78. La partie de la réserve 88 de protection de films isolants formée dans ledit espace étroit est appelée ci-après "réserve 94 au-dessus de la limite". Il faut souligner que l'épaisseur de la réserve 88 de protection de films isolants est supérieure à la somme des épaisseurs du second film isolant 78, de la couche 79 de Ti et de la couche 91 de Au. A la suite de cette étape, la surface de la tranche de semiconducteur est couverte par la réserve 88 de protection de films isolants et la couche 91 de Au, comme représenté sur la figure 26A.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 26A et 26B, le procédé passe à l'étape de formation d'une couche d'alimentation électrique 90, comme illustré sur les figures 27A et 27B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "formation de couche d'alimentation électrique".) En particulier, lors de cette étape, la couche d'alimentation électrique 90 est formée de manière à couvrir les surfaces de la réserve 88 de protection de films isolants, de la couche 91 de Au et de la réserve 94 au-dessus de la limite. La couche d'alimentation électrique 90 est principalement composée de Au. Il faut souligner que la réserve 94 au-dessus de la limite, qui a une forme de segment d'anneau (ou une forme d'arc) est enfermée par la combinaison du premier film isolant 76, du second film isolant 78, de la couche 79 de Ti, de la couche 91 de Au et de la couche d'alimentation électrique 90, à l'exception des deux étroites faces latérales qui sont contiguës à la réserve 88 de protection de films isolants

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 27A et 27B, le procédé passe à l'étape de placage d'un revêtement métallique 84 sur la

couche d'alimentation électrique, comme illustré sur les figures 28A et 28B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "placage".) En particulier, lors de cette étape, pour commencer un revêtement de réserve photosensible pour le placage est formé sur toute la surface de la tranche de semiconducteur et un motif y est créé pour
5 découvrir la partie de la surface de la couche d'alimentation électrique 90 où doit être formé le revêtement métallique 84. Ensuite, la partie découverte de la couche d'alimentation électrique 90 est plaquée avec le revêtement métallique 84 de l'épaisseur voulue, puis le motif de réserve pour le placage est éliminé. Ainsi, le revêtement métallique 84 couvre juste la surface supérieure de la couche 91 de Au.
10 Ce revêtement métallique sert à assurer une résistance à une force extérieure appliquée au photodétecteur à semiconducteur ou à l'électrode du fait du soudage de câblage, etc. Globalement, il a une épaisseur plus grande que celle de la couche d'alimentation électrique. Une vue en plan du revêtement métallique 84 est représentée sur la figure 28A.

15 Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 28A et 28B, le procédé passe à l'étape de formation d'une réserve 92 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique, comme illustré sur les figures 29A et 29B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "formation de réserve pour l'attaque de la
20 couche d'alimentation électrique".) En particulier, lors de cette étape, la réserve 92 d'attaque de couche d'alimentation électrique est formée sur la surface supérieure du revêtement métallique 84. Cette réserve pour l'attaque sert à empêcher une réduction de l'épaisseur du revêtement métallique 84 lors de l'attaque de la couche d'alimentation électrique 90 durant l'étape suivante.

25 Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 29A et 29B, le procédé passe à l'étape d'élimination par attaque de parties de la couche d'alimentation électrique 90, comme illustré sur les figures 30A et 30B. (Ci-après, cette étape est appelée étape de "attaque de couche d'alimentation électrique".) En particulier, lors de cette étape, les parties de la couche d'alimentation électrique 90 non couvertes par le revêtement métallique 84 sont éliminées par attaque, ce qui
30 découvre les parties sous-jacentes de la réserve 88 de protection de films isolants. Ainsi, la partie de la couche d'alimentation électrique 90 sous le revêtement métallique 84 n'est pas éliminée et reste comme partie de l'électrode. Il faut souligner qu'à cet instant le revêtement métallique 84 lui-même n'est pas retiré non plus puisqu'il est couvert et protégé par la réserve 92 pour l'attaque de couche
35 d'alimentation électrique. La couche 91 de Au et la partie restante de la couche

d'alimentation électrique 90 forment conjointement la couche 80 de Au décrite en référence à la figure 23B.

Au terme de la formation de la structure représentée sur les figures 30A et 30B, le procédé passe à l'étape d'élimination de la réserve 88 de protection de films isolants, comme illustré sur les figures 31A et 31B. (Ci-après, cette étape est appelée
5 étape de "élimination de réserve de protection de films isolants".) Lors de cette étape, pour commencer la réserve 92 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique est éliminée. La réserve 88 de protection de films isolants est ensuite éliminée tout en empêchant une forte réduction de l'épaisseur des premier et second films isolants
10 sous-jacents 76 et 78. En outre, la réserve 94 au-dessus de la limite, représentée sur la figure 30B, est également éliminée de l'espace étroit précité, de la même manière que la réserve 88 de protection de films isolants. De la sorte, l'espace étroit est vide (c'est-à-dire non rempli par une matière solide). Cet espace vide étroit est appelé "partie en pont 82". Ainsi, le photodétecteur à semiconducteur comporte une
15 structure de pont d'air dans laquelle la partie en pont 82 se trouve au-dessus de la limite entre les régions 70 et 72 du premier et du second types de conductivité du semiconducteur 74.

Un problème posé par les photodétecteurs à semiconducteur a consisté à réduire leur courant d'obscurité. Il a été particulièrement difficile de réduire la valeur
20 du courant d'obscurité du fait de l'entrée d'un courant de fuite dans la région de jonction entre les deux types de semiconductivité dans un photodétecteur à semiconducteur. Ce courant de fuite peut être réduit en accroissant l'épaisseur des films isolants au contact des régions semiconductrices. Cependant, puisque la réflectivité de ces films isolants dépend de leur épaisseur, cela peut empêcher les
25 films isolants d'avoir une réflectivité optimale et ainsi empêcher le photodétecteur à semiconducteur d'avoir des caractéristiques optiques optimales.

La présente forme de réalisation apporte une solution à ce problème. En particulier, dans le photodétecteur à semiconducteur selon la présente forme de réalisation décrite ci-dessus, la partie en pont 82 (un espace vide étroit non rempli par
30 une matière solide) se trouve au-dessus de la limite entre les régions du premier et du second types de conductivité du substrat semiconducteur. Cet agencement réduit l'arrivée du courant de fuite à la limite depuis les films isolants situés au-dessus de celle-ci, ce qui permet de réduire le courant d'obscurité du photodétecteur à semiconducteur même lorsque les films isolants ont des épaisseurs telles que les
35 caractéristiques optiques du photodétecteur sont optimisées. Par ailleurs, dans le

procédé selon la présente forme de réalisation pour fabriquer ce photodétecteur à semiconducteur, la réserve 88 de protection des films isolants est formée de manière à couvrir et protéger les films isolants (c'est-à-dire le premier et le second films isolants 76 et 78) contre l'agent d'attaque ou la solution chimique utilisée lors de l'attaque de la couche métallique située au-dessus. Ainsi, la solution chimique n'atteint pas les films isolants et ne réduit donc pas leur épaisseur pendant le processus d'attaque, ce qui permet de maintenir aux valeurs voulues les épaisseurs de ces films. Ainsi, la présente forme de réalisation permet la fabrication d'un photodétecteur à semiconducteur dont les films qui isolent la surface supérieure ont les épaisseurs voulues pour parvenir à des caractéristiques optiques optimales, et qui présente un courant d'obscurité réduit.

Bien que, dans la présente forme de réalisation, la réserve 88 de protection de films isolants ait une hauteur plus grande que la hauteur combinée du second film isolant 78, de la couche 79 de Ti et de la couche 91 de Au, dans d'autres formes de réalisation elle peut être inférieure à cette hauteur combinée tout en continuant à assurer une partie en pont suffisamment grande pour réduire le courant d'obscurité (ce qui est un avantage essentiel de la présente forme de réalisation).

Bien que la couche d'alimentation électrique 90 ait été décrite comme étant constituée de Au, elle peut être constituée d'une couche de Ti et d'une couche de Au formée sur la couche de Ti, puisque la réserve 88 de protection de films isolants et la réserve 94 au-dessus de la limite qui couvrent les films isolants assurent que la solution chimique pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique 90 n'atteint pas ces films isolants et ne réduit donc pas leur épaisseur (ce qui constitue un grand avantage de la présente forme de réalisation). Ainsi, le choix d'une matière métallique pour la couche d'alimentation électrique peut dépendre de l'adhérence voulue, de la facilité du placage, etc.

Par ailleurs, l'étape de formation de la réserve 92 pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique peut être supprimée dans le procédé selon la présente invention si cette suppression n'amène pas la couche métallique 84 à subir une réduction excessive de son épaisseur lors de l'attaque de la couche d'alimentation électrique 90.

L'étape de formation d'électrode et l'étape de formation de couche d'alimentation électrique peuvent être remplacées par une seule étape de formation d'une couche métallique commune telle que celle décrite à propos de la seconde forme de réalisation. En particulier, après l'étape de formation de réserve de

protection de films isolants, une couche de Ti et une couche de Au peuvent être formées et servir à la fois d'électrodes et de couches d'alimentation électrique. Cela simplifie le procédé selon la présente forme de réalisation tout en conservant ses avantages. On va maintenant décrire un tel procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur. Le procédé commence par la formation d'un premier film isolant 76 et d'un second film isolant 78 sur un semiconducteur (ou un substrat semiconducteur) 74, comme illustré sur les figures 24A et 24B. Ensuite, une réserve 88 de protection de films isolants est formée sur les surfaces du premier film isolant 76 et du second film isolant 78 à l'exception des zones où doit être formée une électrode, comme illustré sur les figures 32A et 32B. Le procédé passe ensuite à l'étape de formation d'une couche métallique 200, comme illustré sur les figures 33A et 33B. En particulier, la couche métallique 200 est constituée d'une couche de Ti et d'une couche de Au formée sur la couche de Ti. Elle est formée de manière à couvrir les zones des premier et second films isolants et du semiconducteur 74 où l'électrode est destinée à être formée ainsi que pour couvrir la surface de la réserve 88 de protection de films isolants. De la sorte, la couche métallique 200 couvre toute la surface de la tranche de semiconducteur. Le procédé réalise ensuite les étapes décrites en référence aux figures 28 à 31.

Bien que l'électrode et les films isolants utilisés dans la présente forme de réalisation aient été décrits comme ayant une forme particulière, ils peuvent avoir d'autres formes tout en restant dans le cadre de la présente forme de réalisation.

Par ailleurs, une région à bande interdite étroite ayant une bande interdite plus étroite que le semiconducteur 74 peut être formée dans la partie du semiconducteur 74 au contact de l'électrode afin de réduire la résistance du dispositif, comme dans la première forme de réalisation.

La présente invention permet la fabrication d'un photodétecteur à semiconducteur de manière à empêcher une réduction de l'épaisseur des films qui isolent sa surface supérieure, ainsi qu'à réduire le courant d'obscurité.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 une étape de réalisation de semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur (10) ;

 une étape de formation de film isolant consistant à former un film isolant (12) sur ledit semiconducteur (10) ;

10 une étape de formation d'électrode consistant à former une électrode (26) sur et au contact d'une zone prédéterminée d'une surface dudit semiconducteur (10) ;

 une étape de formation de réserve de protection de film isolant consistant à former une réserve (30) sur ledit film isolant (12) après ladite étape de formation d'électrode ;

15 une étape de formation de couche d'alimentation électrique consistant à former une couche d'alimentation électrique (32) en métal sur ladite réserve (30) et ladite électrode (26) ;

 une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique (36) sur une surface d'une partie de ladite couche d'alimentation électrique (32) après
20 ladite étape de formation de couche d'alimentation électrique, ladite partie étant au-dessus et au contact de ladite électrode (26) ;

 une étape d'attaque de couche d'alimentation électrique consistant, après ladite étape de placage, à éliminer par attaque ladite couche d'alimentation électrique (32) à l'exception d'une partie qui est couverte par ledit revêtement
25 métallique 26 et sert de prolongement jusqu'à ladite électrode (26) ; et

 une étape d'élimination de réserve de protection de film isolant consistant à éliminer ladite réserve (30) après ladite étape d'attaque de couche d'alimentation électrique.

30 2. Procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comprend :

 une étape de réalisation de semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur (50) ;

 une étape de formation de film isolant consistant à former un film isolant (52) sur ledit semiconducteur (50) ;

une étape de formation de réserve de protection de film isolant consistant à former une réserve (56) sur ledit film isolant (52) ;

une étape de formation de couche métallique consistant à former une couche métallique (58) sur et au contact d'une zone prédéterminée d'une surface dudit semiconducteur (50) après ladite étape de formation de réserve de protection de film isolant, ladite couche métallique s'étendant de manière à couvrir ladite réserve (56) ;

une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique (60) sur une surface d'une partie de ladite couche métallique (58) après ladite étape de formation de couche métallique, ladite partie servant d'électrode (59) ;

une étape d'attaque de couche métallique consistant, après ladite étape de placage, à éliminer par attaque ladite couche métallique (58) à l'exception de ladite partie servant de dit électrode (59) ; et

une étape d'élimination de réserve de protection de film isolant consistant à éliminer ladite réserve (56) après ladite étape d'attaque de couche métallique.

3. Procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comprend :

une étape de réalisation de semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur (74) ;

une étape de formation de film isolant consistant à former un film isolant (76) sur ledit semiconducteur (74) ;

une étape de formation d'électrode consistant à former une électrode sur et au contact d'une zone prédéterminée d'une surface dudit semiconducteur (74) ;

une étape de formation de réserve de protection de film isolant consistant à former une réserve sur ledit film isolant (76) après ladite étape de formation d'électrode ;

une étape de formation de couche d'alimentation électrique consistant à former une couche d'alimentation électrique (90) en Au sur ladite réserve (88) et ledit film isolant (76) après ladite étape de formation de réserve de protection de film isolant ;

une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique (84) sur une surface d'une partie de ladite couche d'alimentation électrique (80) après ladite étape de formation de couche d'alimentation électrique, ladite partie étant située au-dessus et au contact de ladite électrode ; et

une étape d'attaque de couche d'alimentation électrique consistant à éliminer par attaque ladite couche d'alimentation électrique (90) à l'exception de ladite partie au contact de ladite électrode après ladite étape de placage.

5 4. Procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comprend :

une étape de réalisation de semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur (74) ;

une étape de formation de film isolant consistant à former un film isolant (76) sur ledit semiconducteur (74) ;

10 une étape de formation d'électrode consistant à former une électrode sur et au contact d'une zone prédéterminée d'une surface dudit semiconducteur (74) ;

une étape de formation de couche d'alimentation électrique consistant à former une couche d'alimentation électrique (90) en Au sur ladite électrode et ledit film isolant (76) après ladite étape de formation d'électrode ;

15 une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique (84) sur une surface d'une partie de ladite couche d'alimentation électrique après ladite étape de formation de couche d'alimentation électrique, ladite partie étant située au-dessus et au contact de ladite électrode ; et

20 une étape d'attaque de couche d'alimentation électrique consistant à éliminer par attaque ladite couche d'alimentation électrique (90) à l'exception de ladite partie au contact de ladite électrode après ladite étape de placage.

25 5. Photodétecteur à semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comprend :
un semiconducteur (74) comportant une région (70) d'un premier type de conductivité et une région (72) d'un second type de conductivité au contact de ladite région (70) d'un premier type de conductivité ;

un film isolant (76) formé sur une surface dudit semiconducteur (74) et comportant un espace vide étroit (82) situé juste au-dessus d'une limite entre lesdites régions du premier et du second types de conductivité (70, 72) ; et

30 une électrode au contact dudit film isolant (76) et formant une structure en pont d'air au-dessus dudit espace vide étroit (82) situé juste au-dessus de ladite limite.

6. Procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comprend :

une étape de réalisation de semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur (74) comportant une région (70) d'un premier type de conductivité et une région (72) d'un second type de conductivité ;

5 une étape de formation d'un premier film isolant consistant à former un premier film isolant (76) sur une surface dudit semiconducteur (74), ledit premier film isolant (76) s'étendant au-dessus d'une limite entre lesdites régions du premier et du second types de conductivité (70, 72) ;

10 une étape de formation d'un second film isolant consistant à former un second film isolant (78) sur ledit premier film isolant (76), ledit second film isolant (78) comportant un espace vide étroit (82) situé juste au-dessus de ladite limite, ledit espace vide étroit (82) s'étendant entre des faces d'extrémités dudit second film isolant (78) et ayant des faces latérales étroites ouvertes qui s'étendent perpendiculairement à ladite surface dudit semiconducteur (74) ;

15 une étape de formation d'électrode consistant à former une électrode sur et au contact d'une zone prédéterminée de ladite surface dudit semiconducteur (74), ladite électrode s'étendant de manière à couvrir une partie d'une surface dudit second film isolant (78) ;

20 une étape de formation de réserve de protection de films isolants consistant à former une réserve (88) de protection de films isolants sur lesdits premier et second films isolants (76, 78) après ladite étape de formation d'électrode, ladite réserve (88) de protection de films isolants comblant ledit espace vide étroit (82) situé juste au-dessus de ladite limite ;

25 une étape de formation de couche d'alimentation électrique consistant à former une couche d'alimentation électrique (90) en métal sur ladite réserve (88) de protection de films isolants et ladite électrode ;

une étape de placage consistant à plaquer un revêtement métallique (84) sur une surface de ladite couche d'alimentation électrique (90) ; et

30 une étape d'élimination de réserve de protection de films isolants consistant à éliminer ladite réserve (88) de protection de films isolants après ladite étape de formation de couche d'alimentation électrique.

7. Procédé pour fabriquer un photodétecteur à semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comprend :

35 une étape de réalisation de semiconducteur consistant à réaliser un semiconducteur (74) comportant une région (70) d'un premier type de conductivité et une région (72) d'un second type de conductivité ;

une étape de formation de premier film isolant consistant à former un premier film isolant (76) sur une surface dudit semiconducteur (74), ledit premier film isolant (76) s'étendant au-dessus d'une limite entre lesdites régions du premier et du second types de conductivité (70, 72) ;

5 une étape de formation de second film isolant consistant à former un second film isolant (78) sur ledit premier film isolant (76), ledit second film isolant (78) comportant un espace vide étroit (82) situé juste au-dessus de ladite limite, ledit espace vide étroit (82) s'étendant entre des faces d'extrémités dudit second film isolant (78) et ayant des faces latérales étroites ouvertes qui s'étendent
10 perpendiculairement à ladite surface dudit semiconducteur (74) ;

 une étape de formation de réserve de protection de films isolants consistant à former une réserve de protection de films isolants sur lesdits premier et second films isolants (76, 78) à l'exception d'une zone où une couche métallique est destinée à être formée au contact dudit semiconducteur (74), ladite réserve (88) de
15 protection de films isolants comblant ledit espace vide étroit (82) ;

 une étape de formation de couche métallique consistant à former ladite couche métallique (58) par-dessus ladite réserve (88) de protection de films isolants, ladite couche métallique (58) étant au contact de ladite zone dudit semiconducteur (74) ;

20 une étape de placage consistant à former un revêtement métallique (84), et

 une étape d'élimination de réserve de protection de films isolants consistant à éliminer ladite réserve (88) de protection de films isolants après ladite étape de formation de couche métallique.

25 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 3 et 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

 une étape de formation de réserve pour l'attaque de la couche d'alimentation électrique, consistant à former une réserve (92) sur ledit revêtement métallique (84) avant ladite étape d'attaque de couche d'alimentation électrique.

30 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, 6 et 8, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

 une étape d'optimisation de bande interdite consistant à former une région à bande interdite étroite dans la partie dudit semiconducteur (74) destinée à être au contact de ladite électrode, ladite région à bande interdite étroite ayant une
35 bande interdite plus étroite que ledit semiconducteur (74).

FIG. 1A

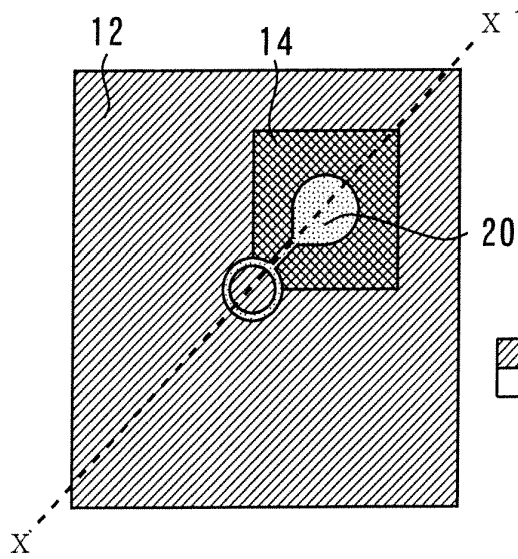


FIG. 1B

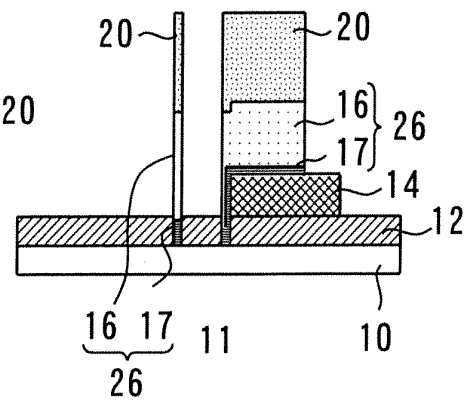


FIG. 1C

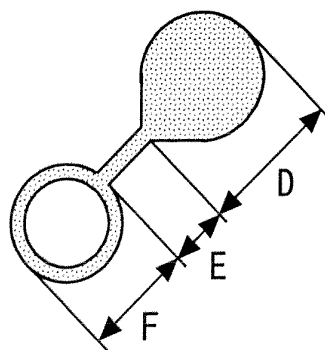


FIG. 2A

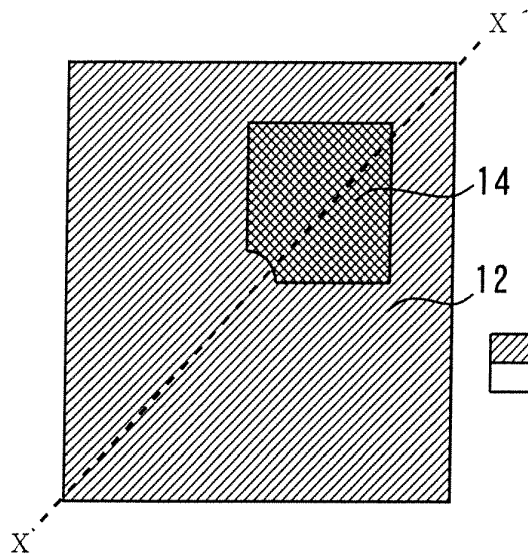


FIG. 2B

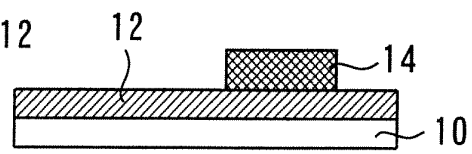


FIG. 3A

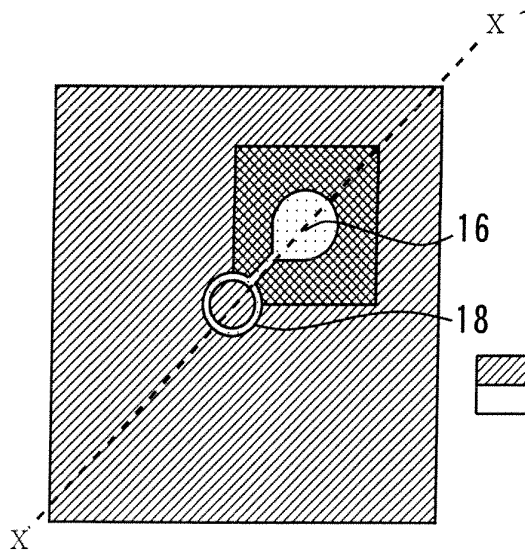


FIG. 3B

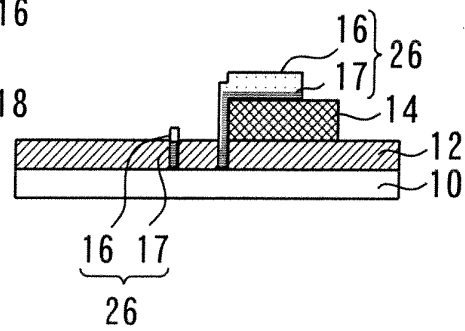


FIG. 4A

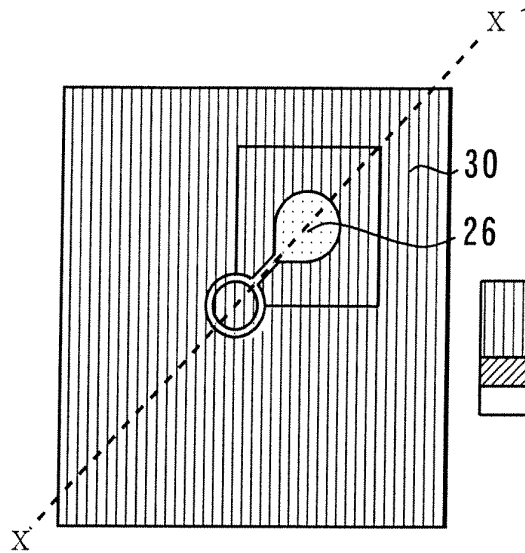


FIG. 4B

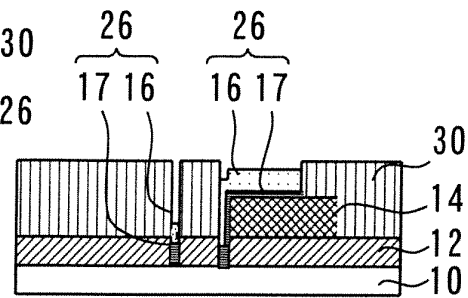


FIG. 5A

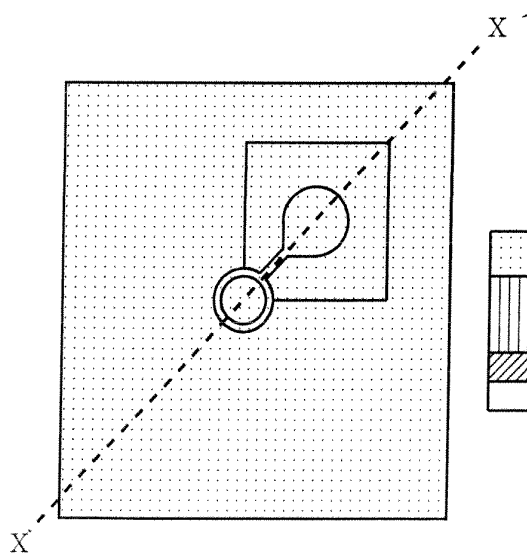


FIG. 5B

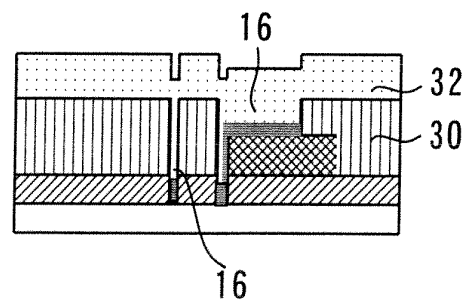


FIG. 6A

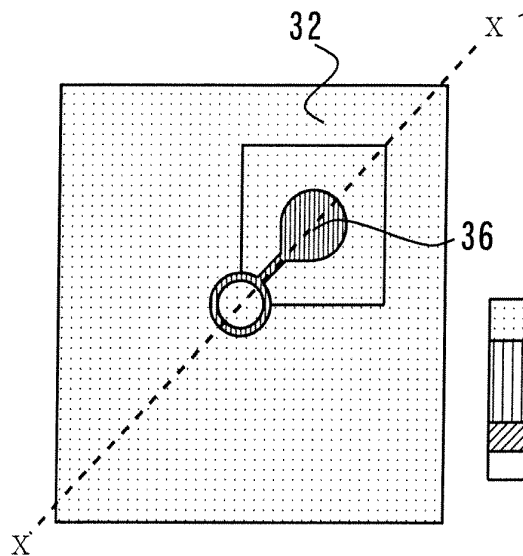


FIG. 6B

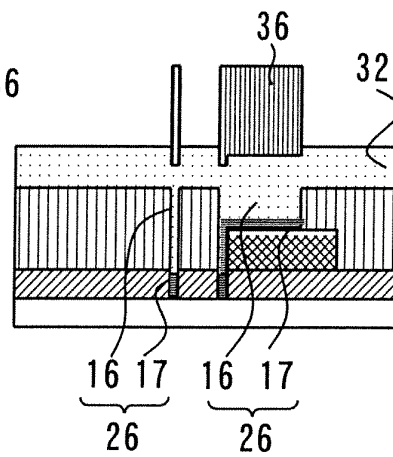


FIG. 7A

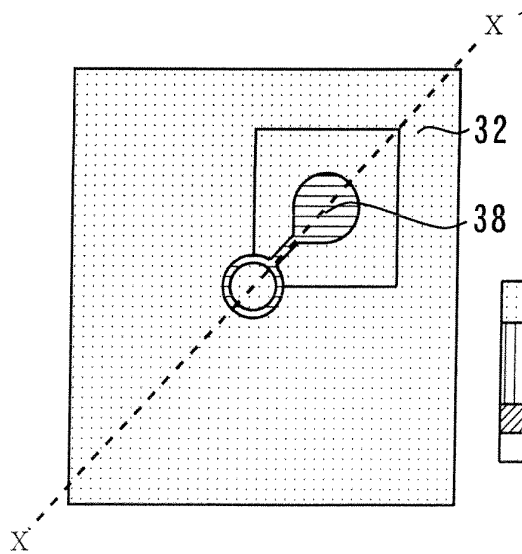


FIG. 7B

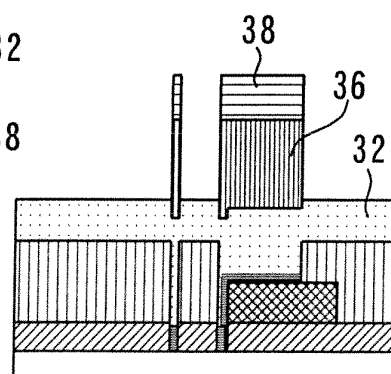


FIG. 8A

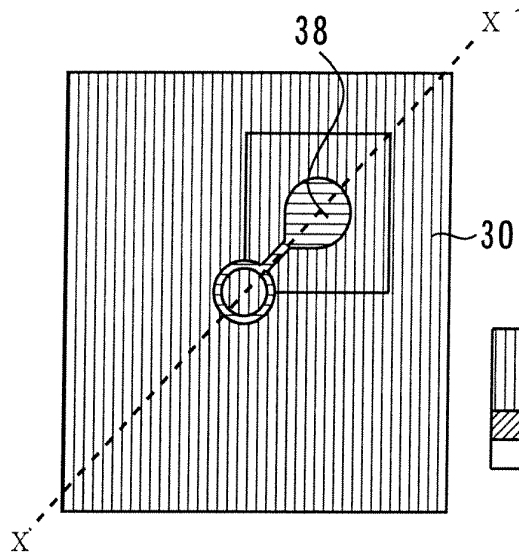


FIG. 8B

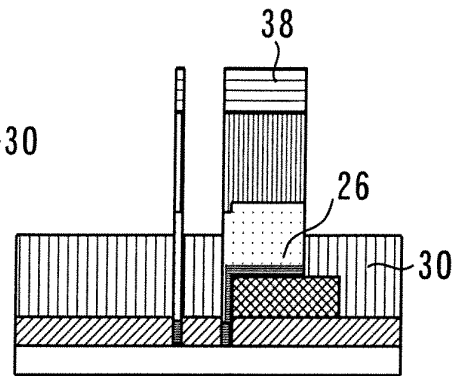


FIG. 9A

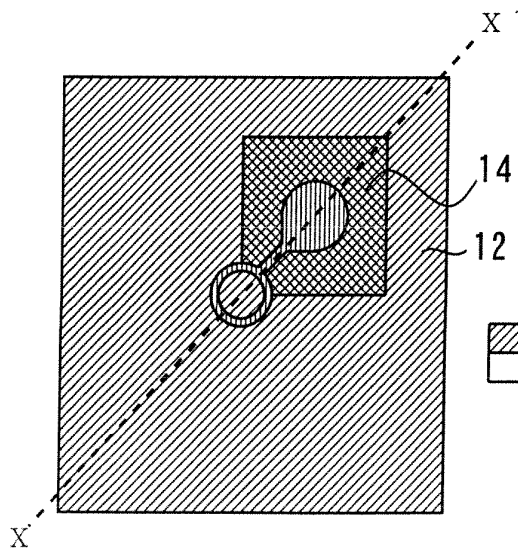


FIG. 9B

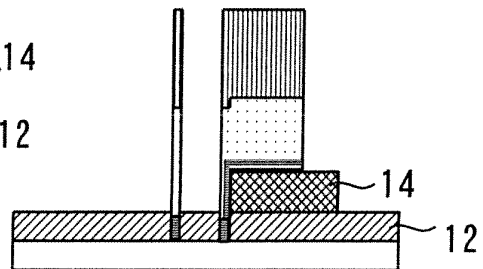


FIG. 9C

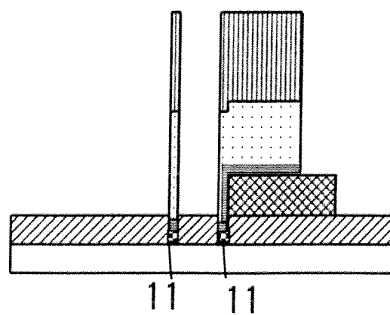


FIG. 10A

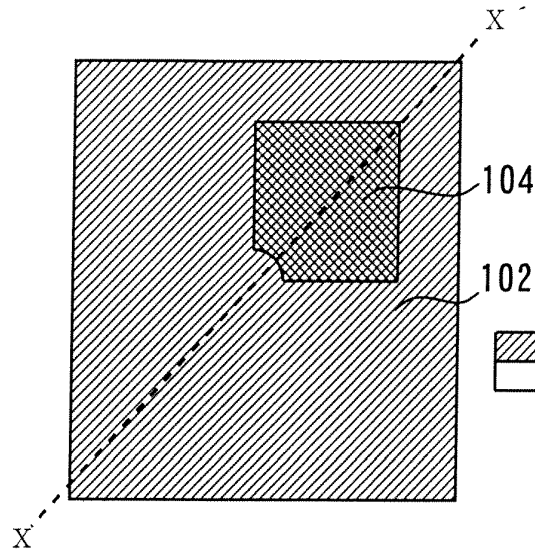


FIG. 10B

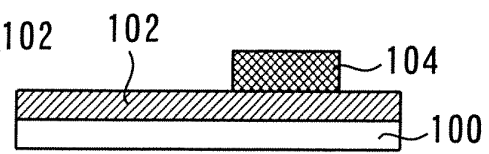


FIG. 11A

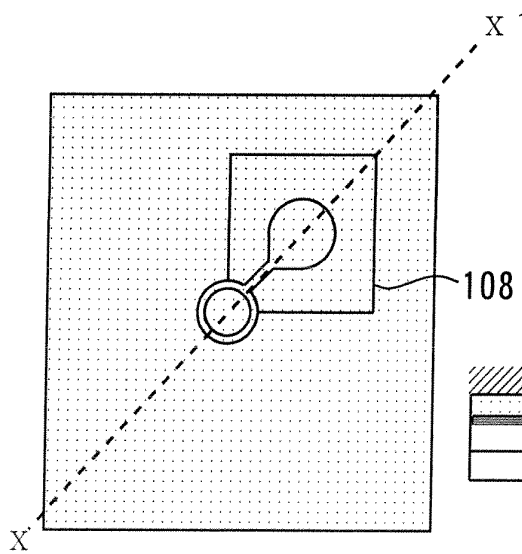


FIG. 11B

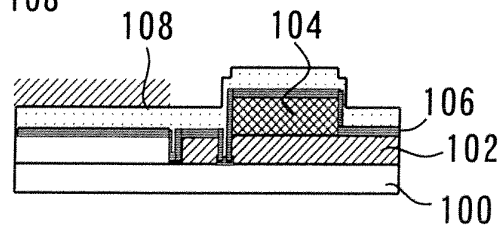


FIG. 12A

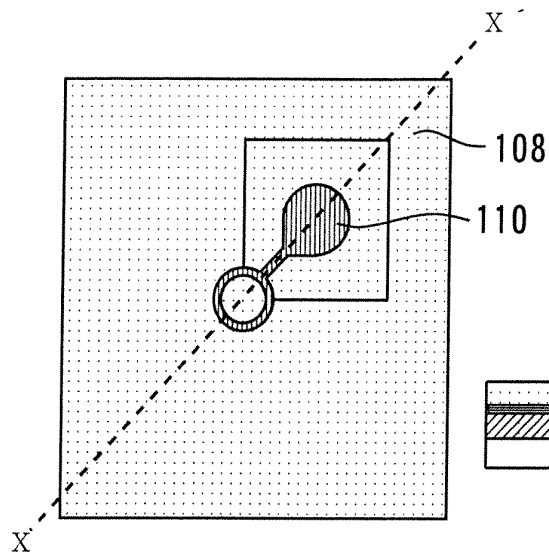


FIG. 12B

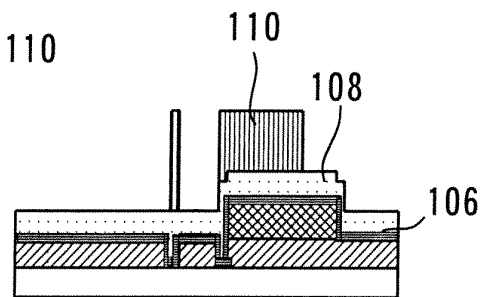


FIG. 13A

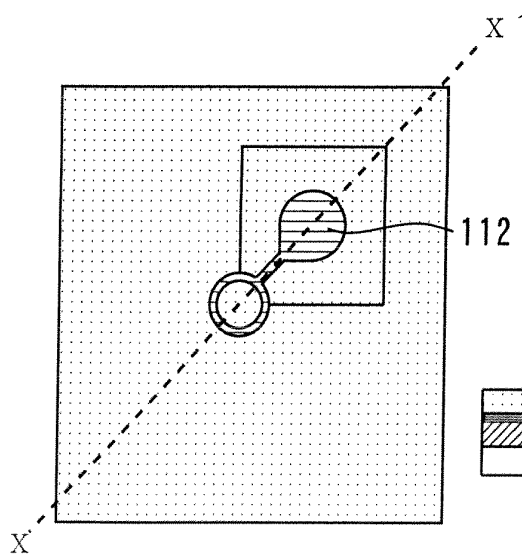


FIG. 13B

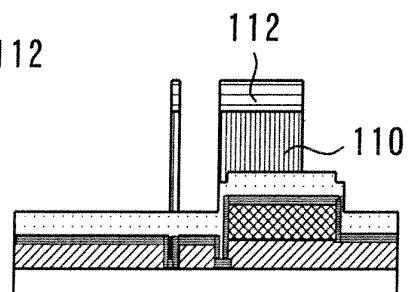


FIG. 14A

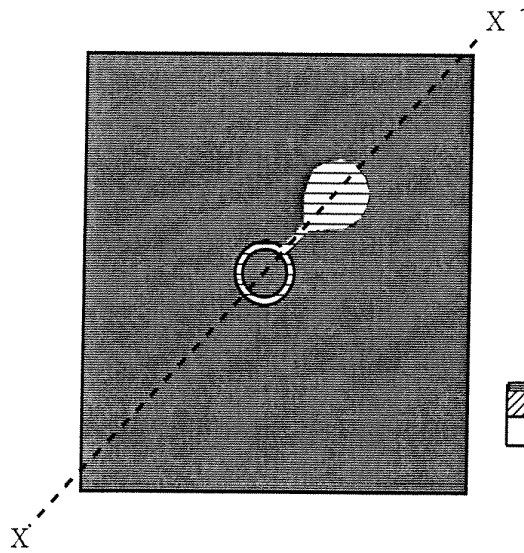


FIG. 14B

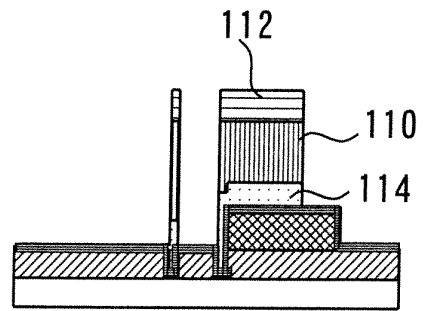


FIG. 15A

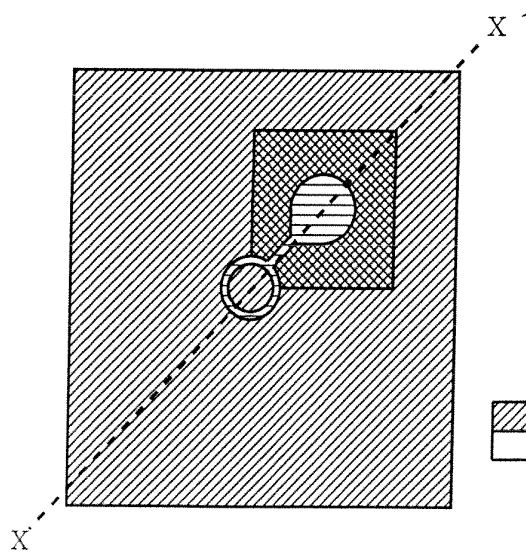


FIG. 15B

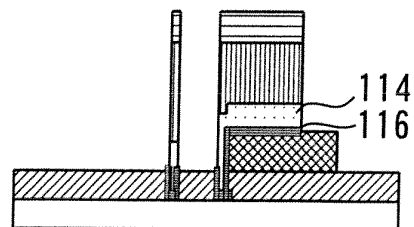


FIG. 16A

FIG. 16B

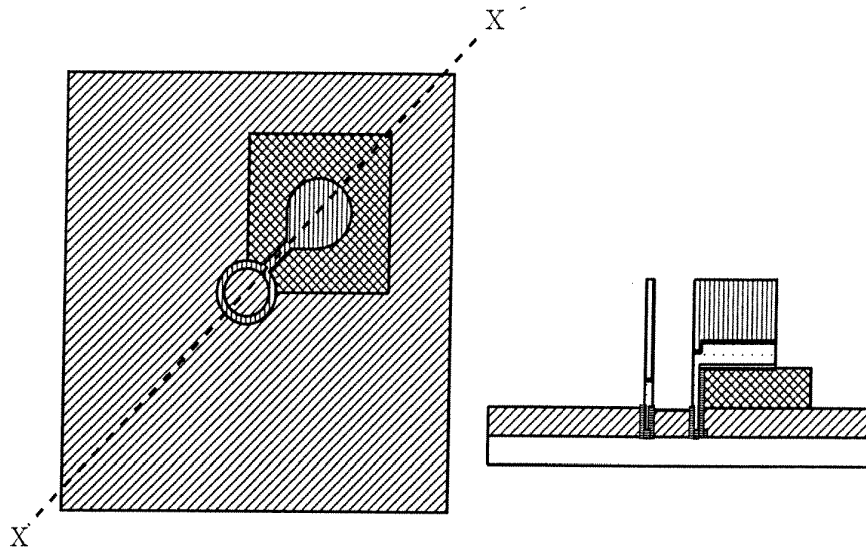


FIG. 17A

FIG. 17B

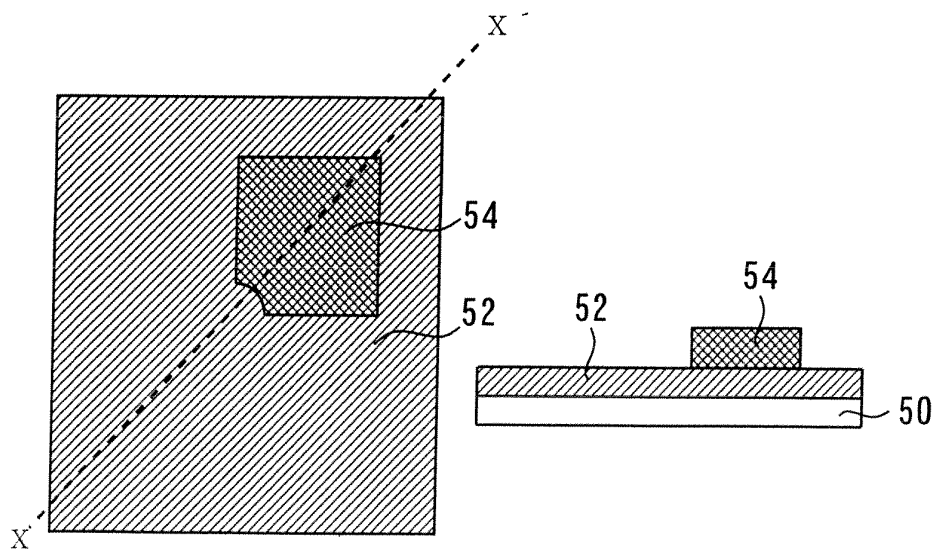


FIG. 18A

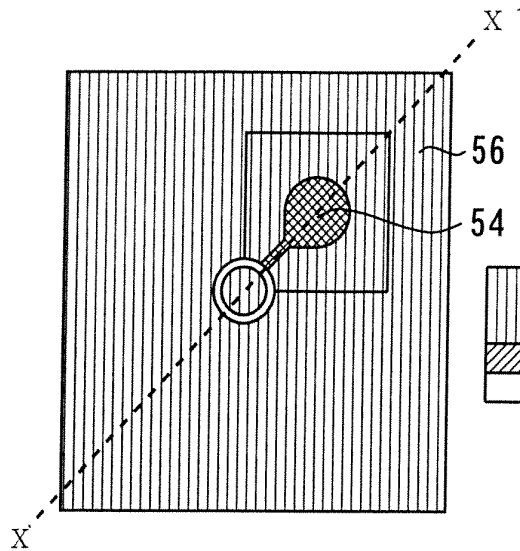


FIG. 18B

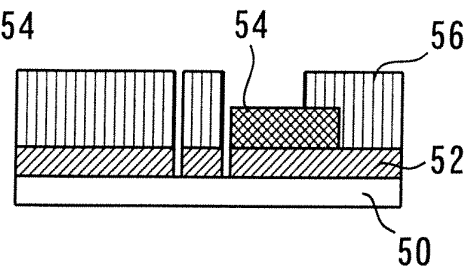


FIG. 19A

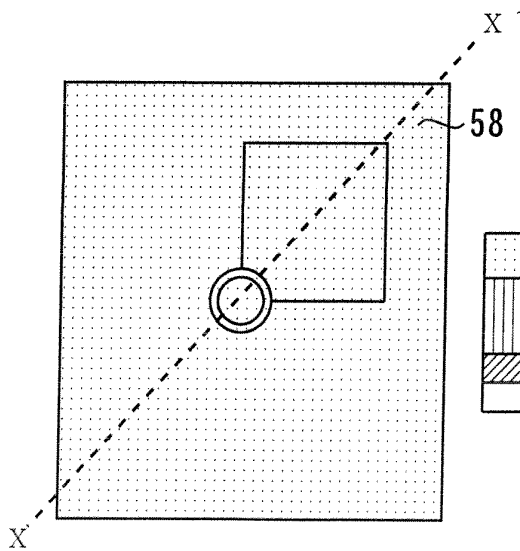


FIG. 19B

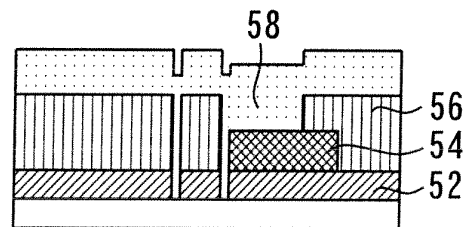


FIG. 20A

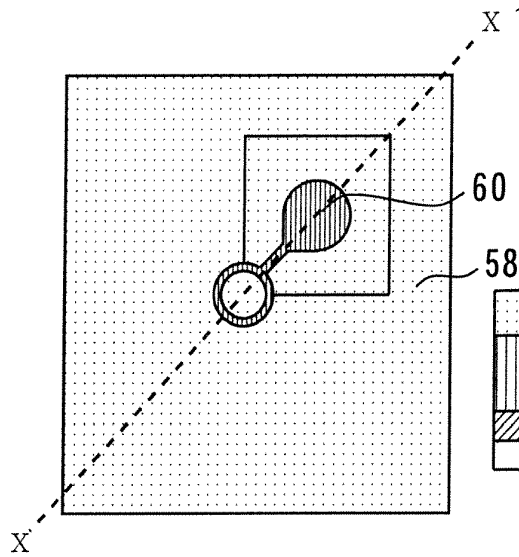


FIG. 20B

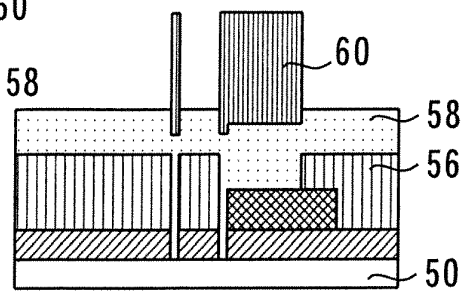


FIG. 21A

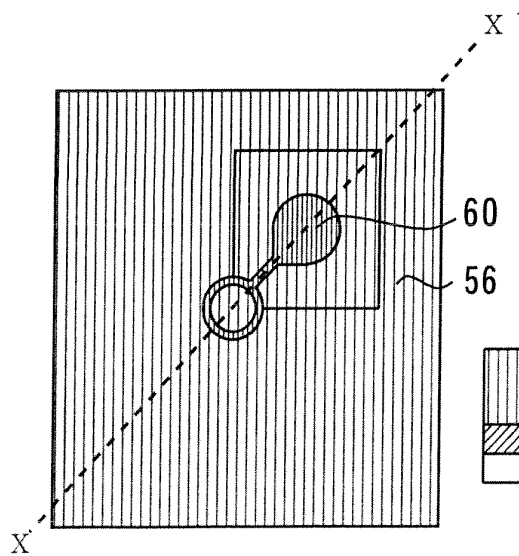


FIG. 21B

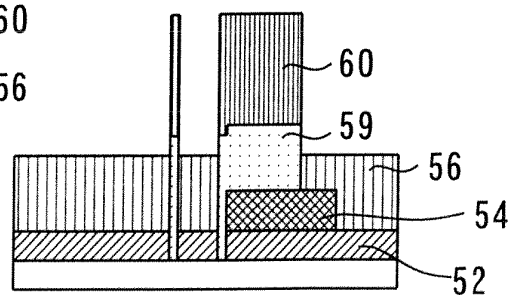


FIG. 22A

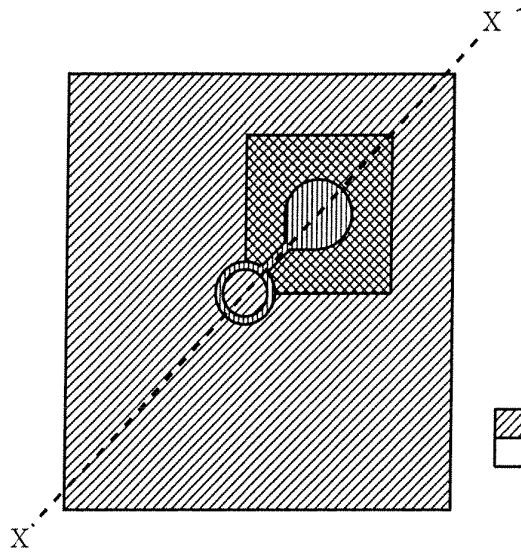


FIG. 22B

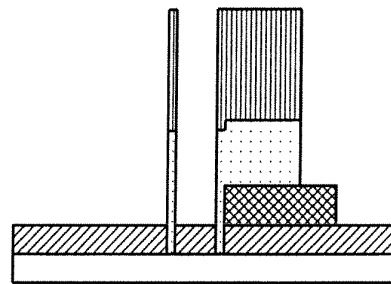


FIG. 23A

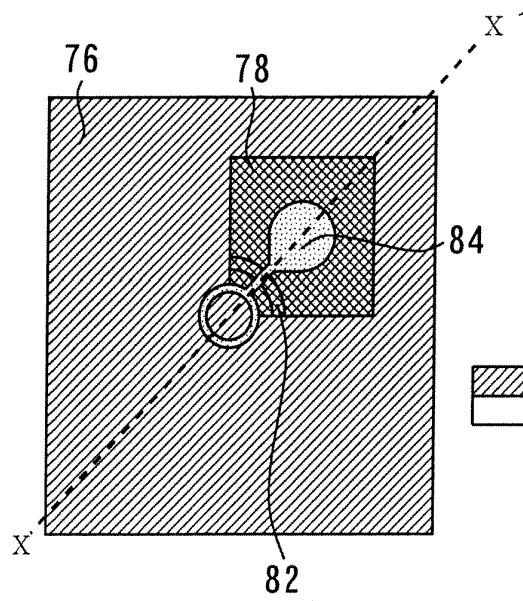


FIG. 23B

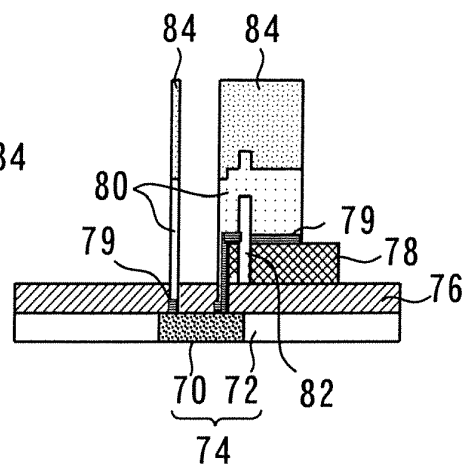


FIG. 23C

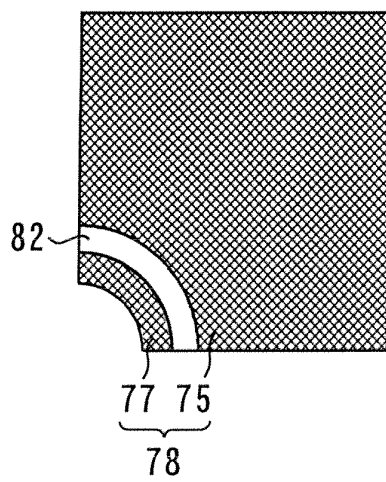


FIG. 24A

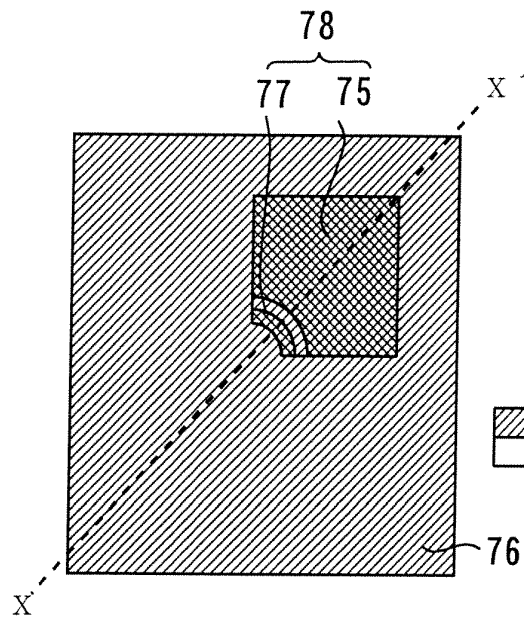


FIG. 24B

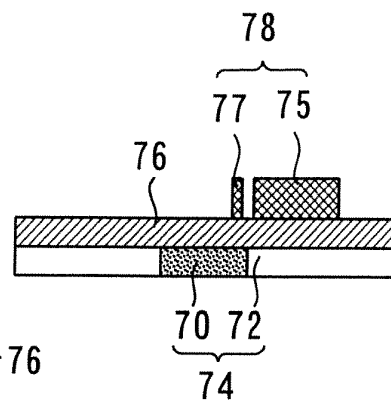


FIG. 25A

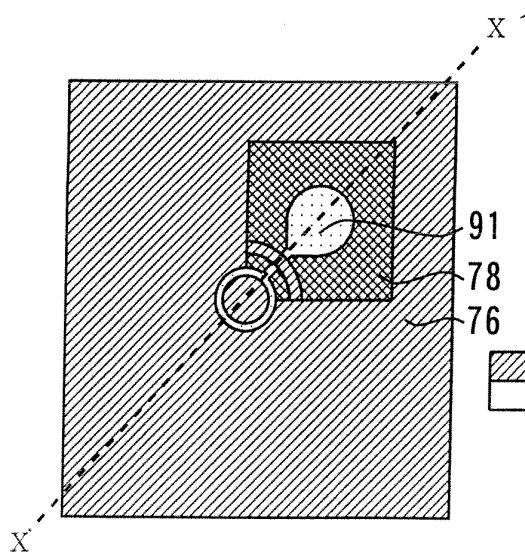


FIG. 25B

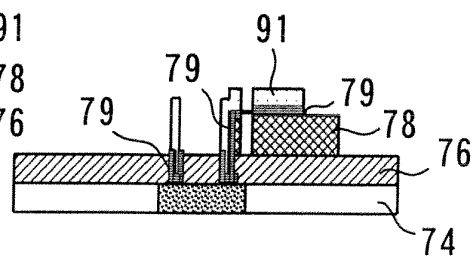


FIG. 26A

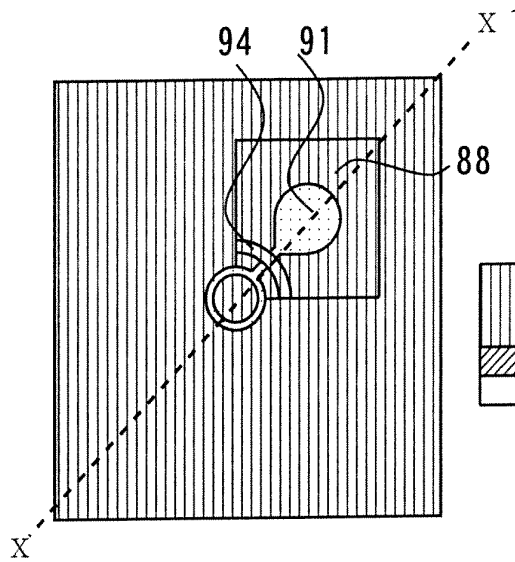


FIG. 26B

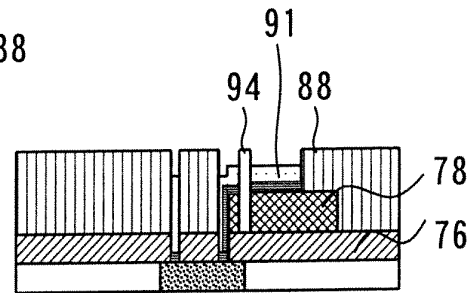


FIG. 27A

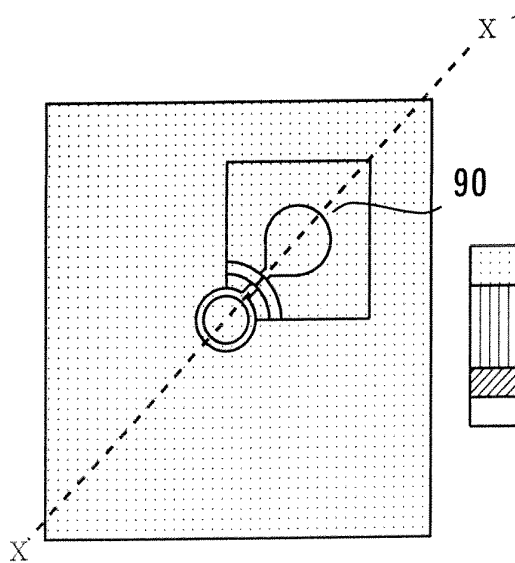


FIG. 27B

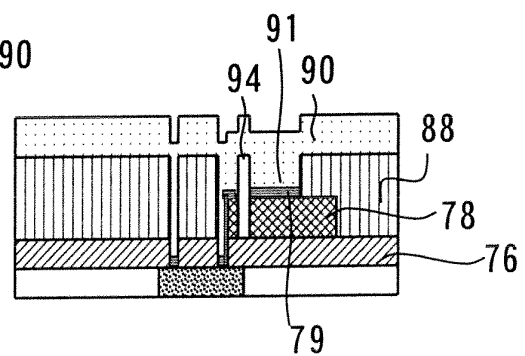


FIG. 28A

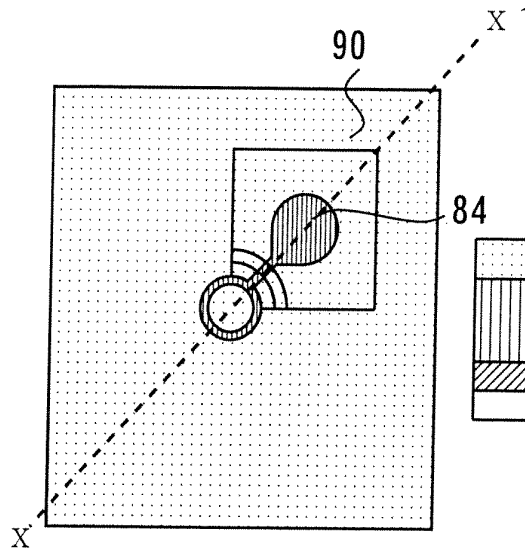


FIG. 28B

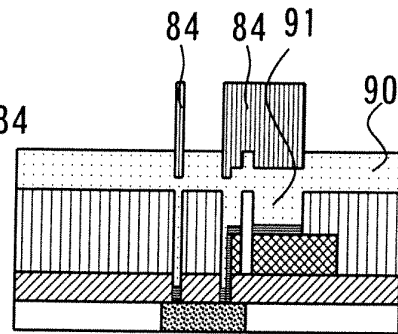


FIG. 29A

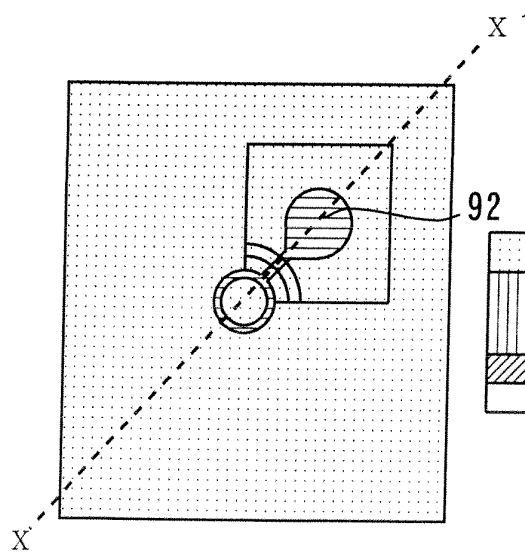


FIG. 29B

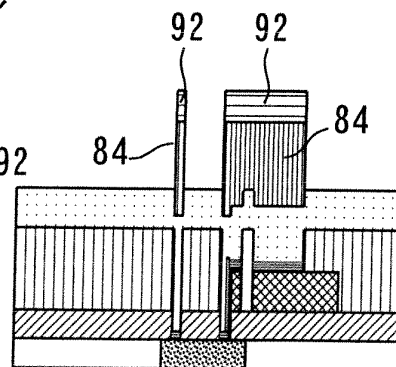


FIG. 30A

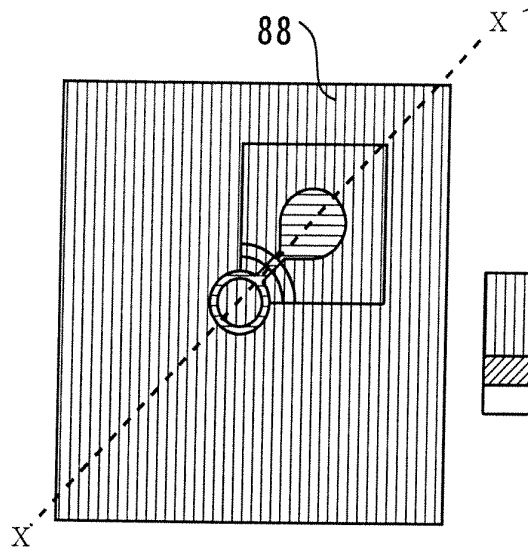


FIG. 30B

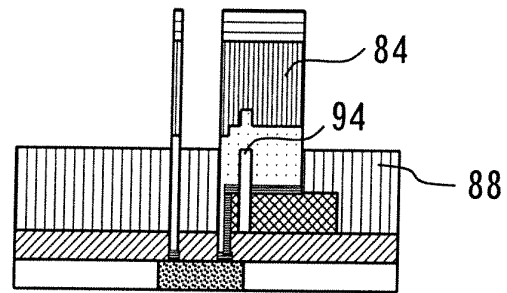


FIG. 31A

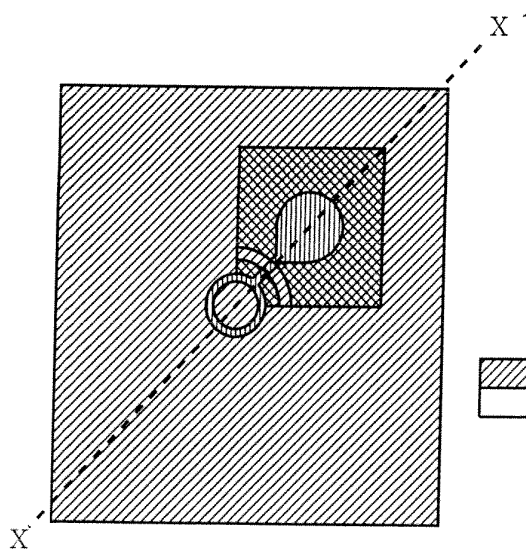


FIG. 31B

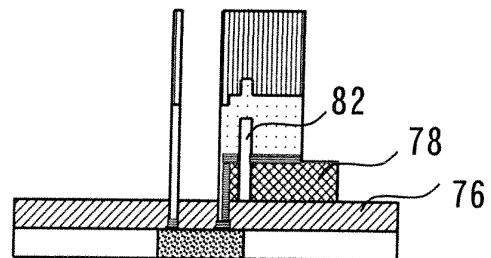


FIG. 32A

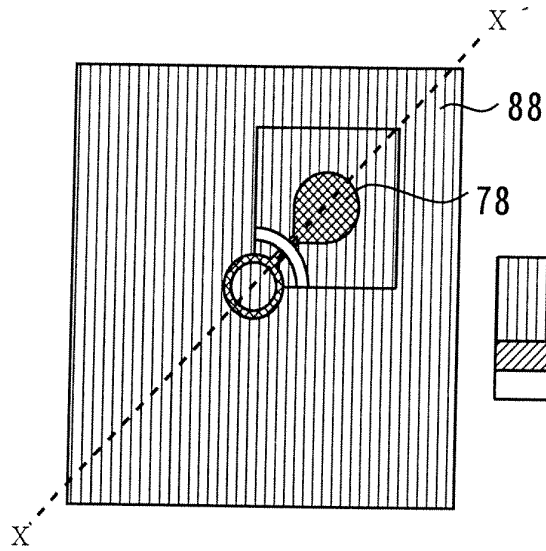


FIG. 32B

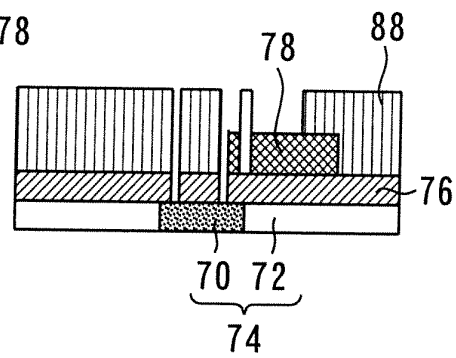


FIG. 33A

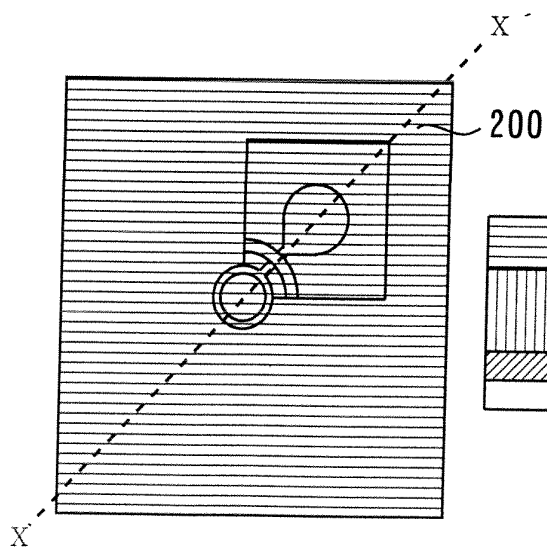


FIG. 33B

