

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : **2 917 238**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **07 59007**

51) Int Cl<sup>8</sup> : **H 01 L 31/07 (2006.01), H 01 S 5/02**

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 13.11.07.

30) Priorité : 05.06.07 JP 2007149591.

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 12.12.08 Bulletin 08/50.

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 CORP — JP.*

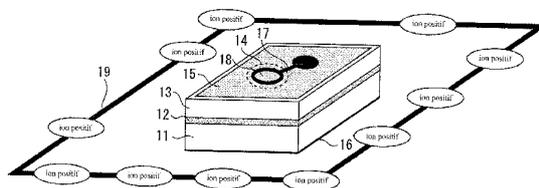
72) Inventeur(s) : *ISHIMURA EITARO et TANAKA YOSHIKAZU.*

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : *CABINET PLASSERAUD.*

54) DISPOSITIF OPTIQUE A SEMICONDUCTEUR.

57) Une couche photoabsorbante (12) en InGaAs du type N et une couche (13) en InP du type N (couche de semiconducteur d'un premier type de conductivité) qui est une couche servant de fenêtre et une couche de multiplication sont stratifiées les unes au-dessus des autres sur un substrat (11) en InP du type N. Par diffusion sélective d'impuretés et implantation d'ions, une région (14) en InP du type P (région en semiconducteur d'un second type de conductivité) est formée sur une partie de la surface supérieure de la couche (13) en InP du type N. Les surfaces supérieures de la couche (13) en InP du type N et de la région (14) en InP du type P sont couvertes par un film (15) de protection de surfaces. Une électrode de cathode (16) (première électrode) est connectée à la face inférieure du substrat (11) en InP du type N. Une électrode d'anode (17) de forme annulaire (seconde électrode) est connectée à la surface supérieure de la région (14) en InP du type P. Une électrode basse tension (19) est agencée de manière à entourer l'électrode d'anode (17). Une tension inférieure à celle de l'électrode de cathode (16) est appliquée à cette électrode basse tension (19).



FR 2 917 238 - A1



## DISPOSITIF OPTIQUE A SEMICONDUCTEUR

La présente invention est relative à un dispositif optique à semiconducteur tel qu'une photodiode à avalanche pour communication optique et, plus particulièrement, à un dispositif optique à semiconducteur permettant d'améliorer une propriété anti-humidité.

La figure 18 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la technique antérieure. Ce dispositif optique à semiconducteur est une photodiode à avalanche pour communication optique (se reporter, par exemple, au brevet japonais n° 10-209 486, ouvert à l'inspection publique).

Une couche photoabsorbante 12 de InGaAs du type N, une couche 13 de InP du type N qui est une couche servant de fenêtre et une couche de multiplication sont stratifiées les unes sur les autres sur un substrat 11 en InP du type N. Par diffusion sélective d'impuretés et implantation d'ions, une région 14 en InP du type P est formée sur une partie de la surface supérieure de la couche 13 de InP du type N. Les surfaces supérieures de la couche 13 de InP du type N et de la région 14 de InP du type P sont couvertes par un film 15 de protection de surfaces. Une électrode de cathode 16 est connectée à la face inférieure du substrat 11 en InP du type N. Une électrode d'anode 17 de forme annulaire est connectée à la surface supérieure de la région 14 en InP du type P. La région entourée par cette électrode d'anode 17 est une section photoréceptrice 18.

On va maintenant expliquer le fonctionnement du dispositif optique à semiconducteur décrit ci-dessus. Une tension inférieure à celle de l'électrode de cathode 16 est appliquée à l'électrode d'anode 17. Ainsi, une polarisation inverse est appliquée entre l'électrode d'anode 17 et l'électrode de cathode 16. Cette polarisation inverse (tension de fonctionnement) est réglée de manière à valoir environ 90% d'une tension de claquage. Puisque la tension de claquage est très élevée, de l'ordre de 20 à 80 V, la polarisation inverse atteint un maximum d'environ 70 V.

Un signal optique entre dans la section photoréceptrice 18, d'en haut sur la figure. Puisqu'une couche 63 de InP du type P a une grande largeur de bande interdite, elle permet à de la lumière d'une longueur d'onde (1,3  $\mu\text{m}$  et 1,55  $\mu\text{m}$ ) utilisée en communication optique normale de passer sans l'absorber. La lumière qui est passée est absorbée par la couche photoabsorbante 12 de InGaAs du type N qui a une faible largeur de bande interdite, en produisant des électrons et des trous. Ces

trous traversent une couche d'appauvrissement, pénètrent dans la couche 13 de InP de type N à laquelle un champ électrique puissant est appliqué, provoquent une multiplication par avalanche sous l'effet d'un tel puissant champ électrique et produisent en grand nombre de nouveaux électrons et de nouveaux trous. De la sorte, un signal optique est extrait du dispositif optique à semiconducteur sous la forme d'un signal à intensité multipliée. Cela permet un signal à valeur d'intensité plus de dix fois supérieure par rapport au cas où aucune multiplication ne se produit.

De nombreuses pièces telles qu'un circuit condensateur, un fil métallique, un préamplificateur, une résistance, un support sont employés autour d'un dispositif optique à semiconducteur et un boîtier sous la forme d'une embase est également utilisé pour monter le dispositif optique à semiconducteur. Un nombre non négligeable d'ions chargés adhèrent à ces éléments. Ces ions chargés ont une propriété consistant à être attirés vers l'endroit où est appliquée une tension. Par conséquent, des ions positifs sont attirés autour de l'électrode d'anode 17 à laquelle est appliquée une polarisation négative. Cela amène un courant de fuite à commencer à traverser la surface de la puce. De ce fait, un courant passe de l'électrode d'anode 17 à la couche 13 de InP du type N.

Lorsque le dispositif optique à semiconducteur est employé dans une atmosphère très humide, un courant de fuite traverse la surface supérieure de la puce avec de l'humidité et provoque une corrosion. Cette corrosion attaque le film 15 de protection de surfaces et provoque une nouvelle augmentation de l'intensité du courant électrique. De la sorte, des parties décolorées et dégradées 101 apparaissent sur la surface supérieure de la puce. Cette décoloration survient depuis l'extrémité du film 15 de protection de surfaces vers l'électrode d'anode 17. En outre, la décoloration peut également se développer vers le pourtour depuis l'électrode d'anode 17 servant de point de départ. La progression de cette décoloration aboutit finalement à un problème de création de courts-circuits et d'ouvertures.

Par conséquent, le dispositif optique à semiconducteur selon la technique antérieure ne peut pas être utilisé dans une atmosphère très humide. En outre, même si le dispositif optique à semiconducteur est enfermé hermétiquement à l'aide d'un couvercle ou analogue, des mesures strictes doivent être prises pour qu'il n'y ait aucune infiltration d'humidité dans le couvercle.

La présente invention a été élaborée pour résoudre les problèmes décrits ci-dessus et la présente invention vise à obtenir un dispositif optique à semiconducteur pouvant présenter une amélioration de sa propriété anti-humidité.

5 Selon un aspect de la présente invention, un dispositif optique à semiconducteur comprend : une couche de semiconducteur d'un premier type de conductivité ; une région de semiconducteur d'un second type de conductivité formée sur une partie d'une surface supérieure de la couche de semiconducteur du premier type de conductivité ; un film de protection de surfaces qui couvre les surfaces supérieures de la couche de semiconducteur du premier type de conductivité et de la 10 région en semiconducteur du second type de conductivité ; une première électrode connectée à la couche de semiconducteur du premier type de conductivité ; une seconde électrode connectée à la région en semiconducteur du second type de conductivité et à laquelle est appliquée une tension inférieure à celle de la première électrode ; et une électrode basse tension qui est agencée de manière à entourer la 15 seconde électrode et à laquelle est appliquée une tension inférieure à celle de la première électrode.

La présente invention permet d'améliorer une propriété anti-humidité.

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 une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 1 de la présente invention ;

25 la figure 2 illustre le résultat d'une mesure de la proportion d'éléments qui se sont décolorés et dégradés du fait d'un changement de la tension appliquée à l'électrode basse tension ;

la figure 3 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 2 de la présente invention ;

30 la figure 4 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 3 de la présente invention ;

la figure 5 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 4 de la présente invention ;

la figure 6 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 5 de la présente invention ;

la figure 7 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 6 de la présente invention ;

la figure 8 représente une vue en coupe transversale et une répartition de potentiel de la figure 7 ;

5 la figure 9 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 7 de la présente invention ;

la figure 10 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 8 de la présente invention ;

10 la figure 11 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 9 de la présente invention ;

la figure 12 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 10 de la présente invention ;

la figure 13 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 11 de la présente invention ;

15 la figure 14 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 12 de la présente invention ;

la figure 15 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 13 de la présente invention ;

20 la figure 16 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 14 de la présente invention ;

la figure 17 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 5 de la présente invention ; et

la figure 18 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la technique antérieure.

25

### **Forme de réalisation n° 1**

La figure 1 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 1 de la présente invention. Ce dispositif optique à semiconducteur est une photodiode à avalanche pour communication optique.

30

Une couche photoabsorbante 12 de InGaAs du type N et une couche 13 de InP du type N (couche de semiconducteur du premier type de conductivité) qui est une couche servant de fenêtre et une couche de multiplication sont stratifiées les unes sur les autres sur un substrat 11 en InP du type N. Par diffusion sélective d'impuretés et implantation d'ions, une région 14 en InP du type P (région en semiconducteur du

35

deuxième type de conductivité) est formée sur une partie de la surface supérieure de la couche 13 en InP du type N. Les surfaces supérieures de la couche 13 en InP du type N et de la région 14 en InP du type P sont couvertes par un film 15 de protection de surfaces. Une électrode de cathode 16 (première électrode) est connectée à la face inférieure du substrat 11 en InP du type N. Une électrode d'anode 17 de forme annulaire (seconde électrode) est connectée à la surface supérieure de la région 14 en InP du type P. La région entourée par cette électrode d'anode 17 est une section photoréceptrice 18. Une tension inférieure à celle de l'électrode de cathode 16 est appliquée à l'électrode d'anode 17.

Dans la présente forme de réalisation, une électrode basse tension 19 est agencée de manière à entourer l'électrode d'anode 17. Une tension inférieure à celle de l'électrode de cathode 16 est appliquée à cette électrode basse tension 19. Cela amène des ions positifs présents autour du dispositif optique à semiconducteur à être piégés par l'électrode basse tension 19 et empêche que des ions positifs ne se regroupent autour de l'électrode d'anode 17. Par conséquent, une décoloration et une dégradation sont moins susceptibles de survenir et la propriété anti-humidité peut de ce fait être améliorée.

La figure 2 illustre le résultat d'une mesure de la proportion d'éléments qui se sont décolorés et dégradés sous l'effet d'un changement de la tension appliquée à l'électrode basse tension. L'expérience s'est déroulée dans des conditions où la température était établie à 85°C, l'humidité à 85% et une tension de 90% d'une tension de claquage a été appliquée entre l'électrode d'anode 17 et l'électrode de cathode 16. A la suite de l'expérience, 100% des éléments se sont décolorés et dégradés dans le cas (a) où aucune tension n'a été appliquée à l'électrode basse tension 19 et dans le cas (c) où une tension supérieure à celle de l'électrode de cathode 16 a été appliquée. En revanche, dans le cas (b) où une tension inférieure à celle de l'électrode de cathode 16 a été appliquée à l'électrode basse tension 19, 0% des éléments se sont décolorés et dégradés. Le résultat de cette expérience a permis de confirmer que cette forme de réalisation peut empêcher une décoloration et une dégradation.

Sur la figure 1, tout le pourtour de la puce du dispositif optique à semiconducteur est entouré par l'électrode basse tension 19, mais un effet similaire peut également être obtenu sans entourer forcément tous les pourtours. En outre, un effet similaire peut également être obtenu en entourant le pourtour de l'électrode d'anode 17 avec l'électrode basse tension 19 sans entourer toute la puce.

**Forme de réalisation n° 2**

La figure 3 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 2 de la présente invention. Une puce de dispositif optique à semiconducteur similaire à celle de la forme de réalisation n° 1 est montée sur une embase isolante 21. Une électrode 22 du côté de l'embase 21 établit un contact avec une électrode de cathode 16 du dispositif optique à semiconducteur. Une électrode basse tension 19 est disposée sur l'embase 21 de manière à entourer l'électrode 22 du côté de l'embase. Une électrode d'anode 17, l'électrode 22 du côté de l'embase, l'électrode basse tension 19 sont connectées électriquement à un circuit extérieur (non représenté) respectivement par l'intermédiaire de fils 23, 24, 25.

Une tension inférieure à celle de l'électrode 22 du côté de l'embase est appliquée à l'électrode basse tension 19. Cela amène des ions positifs sur et autour de l'embase 21 à être attirés vers l'électrode basse tension 19, et par conséquent un plus petit nombre d'ions positifs sont attirés vers l'électrode d'anode 17. Par conséquent, la décoloration et la dégradation sont moins susceptibles de survenir et la propriété anti-humidité de ce dispositif peut être améliorée.

Sur la figure 3, tout le pourtour de l'électrode 22 du côté de l'embase est entouré par l'électrode basse tension 19, mais un effet similaire peut également être obtenu sans forcément entourer tout le pourtour.

**Forme de réalisation n° 3**

La figure 4 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 3 de la présente invention. Une électrode d'anode 17 et une électrode basse tension 19 sont connectées électriquement par un fil 23. Pour le reste, la configuration est identique à celle de la forme de réalisation n° 2. Cela supprime la nécessité d'une alimentation électrique pour rendre la tension de l'électrode basse tension 19 inférieure à la tension d'une électrode de cathode 16.

**Forme de réalisation n° 4**

La figure 5 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 4 de la présente invention. Une section à haute impédance 26 est montée entre une électrode d'anode 17 et une électrode basse tension 19. Cette section à haute impédance 26 est constituée d'une résistance à couches minces, d'une puce-résistance, d'une bobine d'induction, d'une bobine d'induction à puce ou analogue et l'impédance de celle-ci est égale ou

supérieure à 20  $\Omega$ . Cependant, l'impédance de la section à haute impédance 26 est de préférence égale ou supérieure à 200 à 300  $\Omega$ . Pour le reste, la configuration est identique à celle de la forme de réalisation n° 3. Réalisée de cette manière la section à haute impédance 26 sert à empêcher qu'un signal à haute fréquence délivré par l'électrode d'anode 17 ne s'échappe jusqu'à l'électrode basse tension 19. De la sorte, la réponse aux hautes fréquences du dispositif optique à semiconducteur s'améliore.

#### **Forme de réalisation n° 5**

La figure 6 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 5 de la présente invention. Une électrode basse tension 19 est formée sur un film 15 de protection de surfaces sous la forme d'un mince film métallique de Ti, Cr, Au ou autre. Une plage de connexion 31 est connectée à l'électrode basse tension 19 et un fil 32 est connecté à la plage de connexion 31. Une tension inférieure à celle de l'électrode de cathode 16 est appliquée à l'électrode basse tension 19 par l'intermédiaire de cette plage de connexion 31 et de ce fil 32. Pour le reste, la configuration est identique à celle de la forme de réalisation n° 1. Cela permet que l'électrode basse tension 19 attire des ions positifs sur la surface supérieure de la puce et sert à empêcher pendant plus longtemps la dégradation, même dans une atmosphère contenant de l'humidité.

L'électrode basse tension 19 peut également être formée sous le film 15 de protection de surfaces. Dans ce cas, une partie ou la totalité du film 15 de protection de surfaces sur l'électrode basse tension 19 peut être éliminée afin que l'électrode basse tension 19 soit découverte. En outre, l'électrode basse tension 19 peut également ne pas être réalisée en matière métallique, mais en prévoyant une région de diffusion avec un dopant du type P implanté dans la surface d'une couche 13 en InP du type N. En outre, sur la figure 6, tout le pourtour de l'électrode d'anode 17 est entouré par l'électrode basse tension 19, mais un effet similaire peut également être obtenu sans forcément entourer tout le pourtour.

#### **Forme de réalisation n° 6**

La figure 7 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 6 de la présente invention. Une électrode haute tension 33 est disposée entre une électrode basse tension 19 et une électrode d'anode 17 de manière à entourer l'électrode d'anode 17. Cette électrode haute tension 33 est formée sur un film 15 de protection de surfaces sous la forme d'un mince film métallique en Ti, Cr, Au ou autre. Une plage de connexion 34 est connectée à l'électrode haute tension 33 et un fil 35 est connecté à la plage de

connexion 34. Une tension supérieure à celles de l'électrode d'anode 17 et de l'électrode basse tension 19 est appliquée à l'électrode haute tension 33 par l'intermédiaire de cette plage de connexion 34 et de ce fil 35. Pour le reste, la configuration est identique à celle de la forme de réalisation n° 5.

5 La figure 8 représente une vue en coupe transversale et une distribution de potentiel de la figure 7. Comme illustré sur la figure, le fait d'adopter un potentiel en forme de M provoque la formation d'une barrière de potentiel autour de l'électrode d'anode 17 au centre, ce qui empêche que des ions positifs ne s'approchent de l'électrode d'anode 17. Cela sert à empêcher pendant plus longtemps la dégradation,  
10 même dans une atmosphère contenant de l'humidité. Malgré l'absence de l'électrode haute tension 33 dans la forme de réalisation n° 5, le film 15 de protection de surfaces est au contact de la couche 13 en InP du type N, ce qui accroît le potentiel de la partie correspondant à l'électrode haute tension 33 et produit un effet similaire.

#### **Forme de réalisation n° 7**

15 La figure 9 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 7 de la présente invention. Les bords d'un film 15 de protection de surfaces sont couverts par un film métallique 36. Pour le reste, la configuration est identique à celle de la forme de réalisation n° 6.

En couvrant la limite entre les bords du film 15 de protection de surfaces et la couche 13 en InP du type N avec le film métallique 36, il est possible d'empêcher l'humidité et les ions chargés de s'infiltrer sous le film 15 de protection de surfaces. Par conséquent, il est possible d'empêcher la progression de la décoloration et de la dégradation depuis les bords du film 15 de protection de surface.

#### **Forme de réalisation n° 8**

25 La figure 10 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 8 de la présente invention. Un film 15 de protection de surfaces est pourvu d'une ouverture 37 entre une électrode basse tension 19 et une électrode d'anode 17 de façon à entourer l'électrode d'anode 17. A travers cette ouverture 37 est découverte une couche 13 en InP du type N, dont la  
30 tension est supérieure à celle de l'électrode basse tension 19. Pour le reste, la configuration est identique à celle de la forme de réalisation n° 5.

La présence de l'ouverture 37 empêche les ions positifs de s'approcher de l'électrode d'anode 17 comme dans le cas de la forme de réalisation n° 6. La formation d'un mince film métallique pour couvrir l'ouverture 37 peut empêcher  
35 l'infiltration d'humidité et d'ions chargés sous le film 15 de protection de surfaces.

**Forme de réalisation n° 9**

La figure 11 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 9 de la présente invention. Une région 41 de diffusion du type P est formée à la surface d'une couche 13 en InP du type N, et cette région 41 de diffusion du type P est électriquement connectée à une région 14 en InP du type P. Un film 15 de protection de surfaces est partiellement supprimé et des électrodes de contacts 42, 43 sont formées. Une électrode basse tension 19 est connectée électriquement à la région en InP du type P par l'intermédiaire de l'électrode de contact 42 et de la région 41 de diffusion du type P. Une électrode haute tension 33 est connectée électriquement à la couche 13 en InP du type N par l'intermédiaire de l'électrode de contact 43. Cette configuration supprime la nécessité de fournir, de l'extérieur, de l'électricité à l'électrode basse tension 19 et à l'électrode haute tension 33.

La réalisation de la région 41 de diffusion du type P sous une forme plus mince ou plus superficielle pour avoir une plus grande résistance sert à empêcher qu'un signal à haute fréquence produit par une section photoréceptrice 18 ne s'échappe jusqu'à l'électrode basse tension 19. En outre, au lieu d'utiliser les électrodes de contacts 42, 43, il est également possible de connecter entièrement l'électrode basse tension 19 et l'électrode haute tension 33 respectivement à la région 41 de diffusion du type P et à la couche 13 en InP du type N.

**Forme de réalisation n° 10**

La figure 12 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 10 de la présente invention. Une gorge 44 est formée à la surface d'une couche 13 en InP du type N, entre une électrode basse tension 19 et une électrode d'anode 17, de façon à entourer l'électrode d'anode 17. Un film métallique 45 destiné à couvrir cette gorge 44 est formé sur un film 15 de protection de surfaces. Pour le reste, la configuration est identique à celle de la forme de réalisation n° 5.

La gorge 44 peut assurer une isolation entre une section photoréceptrice 18 et l'extrémité de la puce. Cependant, la gorge 44 présente à la surface de la puce est facilement sujette à des contraintes, et ces contraintes endommagent le film 15 de protection de surfaces en provoquant une décoloration et une dégradation depuis la gorge 44. Par conséquent, en couvrant la gorge 44 avec le film métallique 45, il est possible d'empêcher l'humidité et les ions chargés de s'infiltrer sous le film 15 de protection de surfaces.

**Forme de réalisation n° 11**

La figure 13 est une vue de dessus représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 11 de la présente invention. Un film 15 de protection de surfaces est partiellement supprimé et des électrodes de contacts 46, 47 sont formées. Une électrode basse tension 19 est électriquement connectée à une région 49 de diffusion du type P à l'intérieur d'une gorge 44 par l'intermédiaire de l'électrode de contact 46 et d'un câblage 48. Un film métallique 45 est électriquement connecté à une couche 13 en InP du type N à l'extérieur de la gorge 44 par l'intermédiaire de l'électrode de contact 47. Pour le reste, la configuration est identique à celle de la forme de réalisation n° 10.

De la sorte, une tension inférieure à celle de l'électrode de cathode 16 est appliquée à l'électrode basse tension 19. En outre, une tension supérieure à celle de l'électrode basse tension 19 est appliquée au film métallique 45. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de fournir, de l'extérieur, de l'électricité à l'électrode basse tension 19 et au film métallique 45.

La région 49 de diffusion du type P n'est pas forcément présente. Ainsi, l'électrode basse tension 19 peut être électriquement connectée à une couche 13 en InP du type N à l'intérieur de la gorge 44 par l'intermédiaire de l'électrode de contact 46 et du câblage 48. En effet, la couche 13 en InP du type N à l'intérieur de la gorge 44 a une tension inférieure à celle de la couche 13 en InP du type N à l'extérieur de la gorge. Cependant, une tension inférieure peut être obtenue avec la présence de la région 49 de diffusion du type P. En outre, la région 49 de diffusion du type P peut être connectée à une région 14 en InP du type P d'une section photoréceptrice 18. Dans ce cas, le fait de réaliser une jonction plus mince ou plus superficielle entre la région 49 de diffusion du type P et la région 14 en InP du type P pour avoir une plus grande résistance sert à empêcher qu'un signal à haute fréquence produit dans la section photoréceptrice 18 ne s'échappe vers l'électrode basse tension 19.

**Forme de réalisation n° 12**

La figure 14 est une vue latérale représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 12 de la présente invention. Une puce 53 du dispositif optique à semiconducteur est montée sur une tige 51 par l'intermédiaire d'une embase isolante 52. D'autres composants formant des puces 54, 55 sont également montés sur la tige 51. Ces puces sont électriquement connectées les unes aux autres par un fil 56. Des bornes 57 pour conducteurs dépassent de la tige

51. De l'électricité est fournie à la tige 51 de façon que la tension de celle-ci soit inférieure à celle de l'électrode de cathode du dispositif optique à semiconducteur.

De la sorte, les ions positifs présents sur la tige 51 sont attirés vers la tige 51 et les ions positifs attirés vers l'électrode d'anode du dispositif optique à semiconducteur sont donc moins nombreux. Par conséquent, une décoloration et une dégradation sont moins susceptibles de survenir et il est donc possible d'améliorer la propriété anti-humidité.

#### **Forme de réalisation n° 13**

La figure 15 est une vue latérale représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 13 de la présente invention. Une embase isolante 58 dont la surface supérieure est couverte par un métal servant d'électrode est disposée entre une tige 51 et une embase 52. De l'électricité est fournie à la surface supérieure de l'embase 58 de manière à avoir une tension inférieure à celle d'une électrode de cathode du dispositif optique à semiconducteur. Pour le reste, la configuration est identique à celle de la forme de réalisation n° 12.

De la sorte, les ions positifs présents sur la tige 51 sont attirés vers l'embase 58 et les ions positifs attirés vers l'électrode d'anode du dispositif optique à semiconducteur sont donc moins nombreux. Par conséquent, une décoloration et une dégradation sont moins susceptibles de survenir et il est donc possible d'améliorer la propriété anti-humidité.

#### **Forme de réalisation n° 14**

La figure 16 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 14 de la présente invention. Ce dispositif optique à semiconducteur est une diode laser du type émettant de la lumière par une face d'extrémité.

Une couche activée 61 est formée dans une couche 13 en InP du type N (couche de semiconducteur d'un premier type de conductivité). Par diffusion sélective d'impuretés et implantation d'ions, une région 14 en InP du type P (région en semiconducteur d'un second type de conductivité) est formée dans une partie de la surface supérieure d'une couche 13 en InP du type N. Les surfaces supérieures de la couche 13 en InP du type N et de la région 14 en InP du type P sont couvertes par un film 15 de protection de surfaces. Une électrode de cathode 16 (première électrode) est connectée à la face inférieure de la couche 13 en InP du type N. Une électrode d'anode 17 (seconde électrode) est connectée à la surface supérieure de la région 14

en InP du type P. Une tension supérieure à celle de l'électrode de cathode 16 est appliquée à cette électrode d'anode 17.

Dans la présente forme de réalisation, une électrode haute tension 62 est agencée de façon à entourer une électrode d'anode 17. Une tension supérieure à celle de l'électrode de cathode 16 est appliquée à cette électrode haute tension 62. Cela amène les ions négatifs présents autour du dispositif optique à semiconducteur à être piégés par l'électrode haute tension 62 et, de ce fait, empêche que des ions négatifs ne se regroupent autour de l'électrode d'anode 17. Par conséquent, une décoloration et une dégradation sont moins susceptibles de survenir et il est donc possible d'améliorer la propriété anti-humidité. La configuration décrite ci-dessus peut être combinée avec les configurations des formes de réalisation 2 à 13.

#### **Forme de réalisation n° 15**

La figure 17 est une vue en perspective représentant un dispositif optique à semiconducteur selon la forme de réalisation n° 15 de la présente invention. Ce dispositif optique à semiconducteur est une diode laser du type à émission de lumière par une face d'extrémité.

Une couche activée 61 est formée dans une couche 63 en InP du type P (couche de semiconducteur d'un premier type de conductivité). Par diffusion sélective d'impuretés et implantation d'ions, une région 64 en InP du type N (région en semiconducteur d'un second type de conductivité) est formée dans une partie de la surface supérieure de la couche 63 en InP du type P. Les surfaces supérieures de la couche 63 en InP du type P et de la région 64 en InP du type N sont couvertes par un film 15 de protection de surfaces. Une électrode d'anode 65 (première électrode) est connectée à la face inférieure de la couche 63 en InP du type P. Une électrode de cathode 66 (seconde électrode) est connectée à la surface supérieure de la région 64 en InP du type N. Une tension inférieure à celle de l'électrode d'anode 65 est appliquée à cette électrode de cathode 66.

Dans la présente forme de réalisation, une électrode basse tension 19 est agencée de manière à entourer l'électrode de cathode 66. Une tension inférieure à celle de l'électrode d'anode 65 est appliquée à cette électrode basse tension 19. Cela amène les ions positifs présents autour du dispositif optique à semiconducteur à être piégés par l'électrode basse tension 19 et, de ce fait, empêche que des ions positifs ne se regroupent autour de l'électrode de cathode 66. Par conséquent, une décoloration et une dégradation sont moins susceptibles de survenir et, de la sorte, il est possible

d'améliorer la propriété anti-humidité. La configuration décrite ci-dessus peut être combinée avec les configurations des formes de réalisation 2 à 13.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif optique à semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comprend :
- 5 une couche (13) de semiconducteur d'un premier type de conductivité ;  
une région (14) en semiconducteur d'un second type de conductivité, formée  
sur une partie d'une surface supérieure de la couche (13) de semiconducteur du  
premier type de conductivité ;  
un film (15) de protection de surfaces qui couvre les surfaces supérieures de  
la couche (13) en semiconducteur du premier type de conductivité et de la région  
10 (14) en semiconducteur du second type de conductivité ;  
une première électrode (16) connectée à la couche (13) de semiconducteur  
du premier type de conductivité ;  
une seconde électrode (17) qui est connectée à la région (14) en  
semiconducteur du second type de conductivité et à laquelle est appliquée une  
15 tension inférieure à celle de la première électrode (16) ; et  
une électrode basse tension (19) qui est agencée de façon à entourer la  
seconde électrode (17) et à laquelle est appliquée une tension inférieure à celle de la  
première électrode (16).
2. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 1, caractérisé  
20 en ce que l'électrode basse tension (19) est électriquement connectée à la seconde  
électrode (17).
3. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 2, caractérisé  
en ce qu'il comprend en outre une section à haute impédance (26) montée entre  
l'électrode basse tension (19) et la seconde électrode (17), et dont l'impédance est  
25 égale ou supérieure à  $20 \Omega$ .
4. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 1, caractérisé  
en ce qu'il comprend en outre une électrode haute tension (33) disposée entre  
l'électrode basse tension (19) et la seconde électrode (17) de façon à entourer la  
seconde électrode (17) et à laquelle est appliquée une tension supérieure à celles de  
30 la seconde électrode (17) et de l'électrode basse tension (19).
5. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 1, caractérisé  
en ce qu'il comprend en outre un film métallique (36) qui couvre des bords du film  
(15) de protection de surfaces.
6. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 1, caractérisé  
35 en ce que le film (15) de protection de surfaces est pourvu d'une ouverture (37) entre

l'électrode basse tension (19) et la seconde électrode (17) de manière à entourer la seconde électrode (17), et la couche (13) de semiconducteur du premier type de conductivité est découverte à travers l'ouverture (37).

5 7. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électrode basse tension (19) est électriquement connectée à la région (14) en semiconducteur du second type de conductivité.

8. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'électrode haute tension (33) est électriquement connectée à la couche (13) de semiconducteur du premier type de conductivité.

10 9. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

une gorge (44) formée dans la surface de la couche (13) de semiconducteur du premier type de conductivité entre l'électrode basse tension (19) et la seconde électrode (17) de manière à entourer la seconde électrode (17) ; et

15 un film métallique (45) formé sur le film (15) de protection de surfaces pour couvrir la gorge (44).

10. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'électrode basse tension (19) est électriquement connectée à la couche (13) de semiconducteur du premier type de conductivité ou à la région (14) en  
20 semiconducteur du second type de conductivité à l'intérieur de la gorge (44).

11. Dispositif optique à semiconducteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que le film métallique (15) est électriquement connecté, à l'extérieur de la gorge (44), à la couche (13) de semiconducteur du premier type de conductivité.

25 12. Dispositif optique à semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comprend :  
une couche (13) de semiconducteur d'un premier type de conductivité ;  
une région (14) en semiconducteur d'un second type de conductivité, formée sur une partie d'une surface supérieure de la couche (13) de semiconducteur du premier type de conductivité ;

30 un film (15) de protection de surfaces qui couvre les surfaces supérieures de la couche (13) en semiconducteur du premier type de conductivité et de la région (14) en semiconducteur du second type de conductivité ;

une première électrode (16) connectée à la couche (13) de semiconducteur du premier type de conductivité ;

une deuxième électrode (17) qui est connectée à la région (14) en semiconducteur du second type de conductivité et à laquelle est appliquée une tension inférieure à celle de la première électrode (16) ; et

5 une électrode haute tension (33) qui est agencée de façon à entourer la seconde électrode (17) et à laquelle est appliquée une tension inférieure à celle de la première électrode (16).

FIG. 1

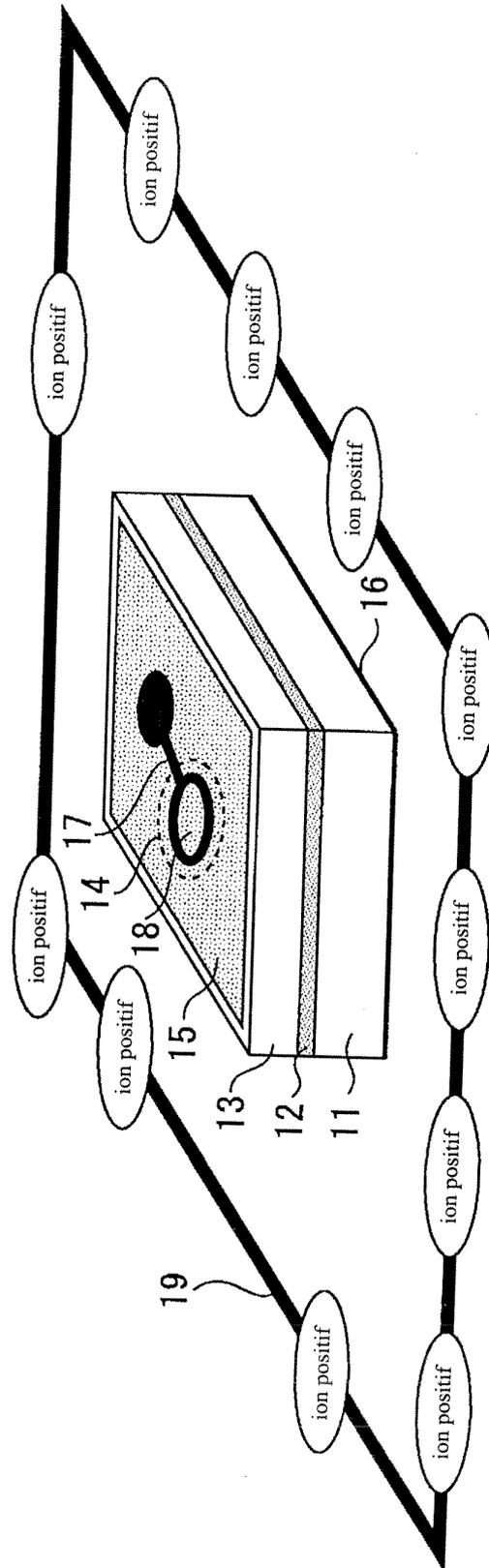


FIG. 2

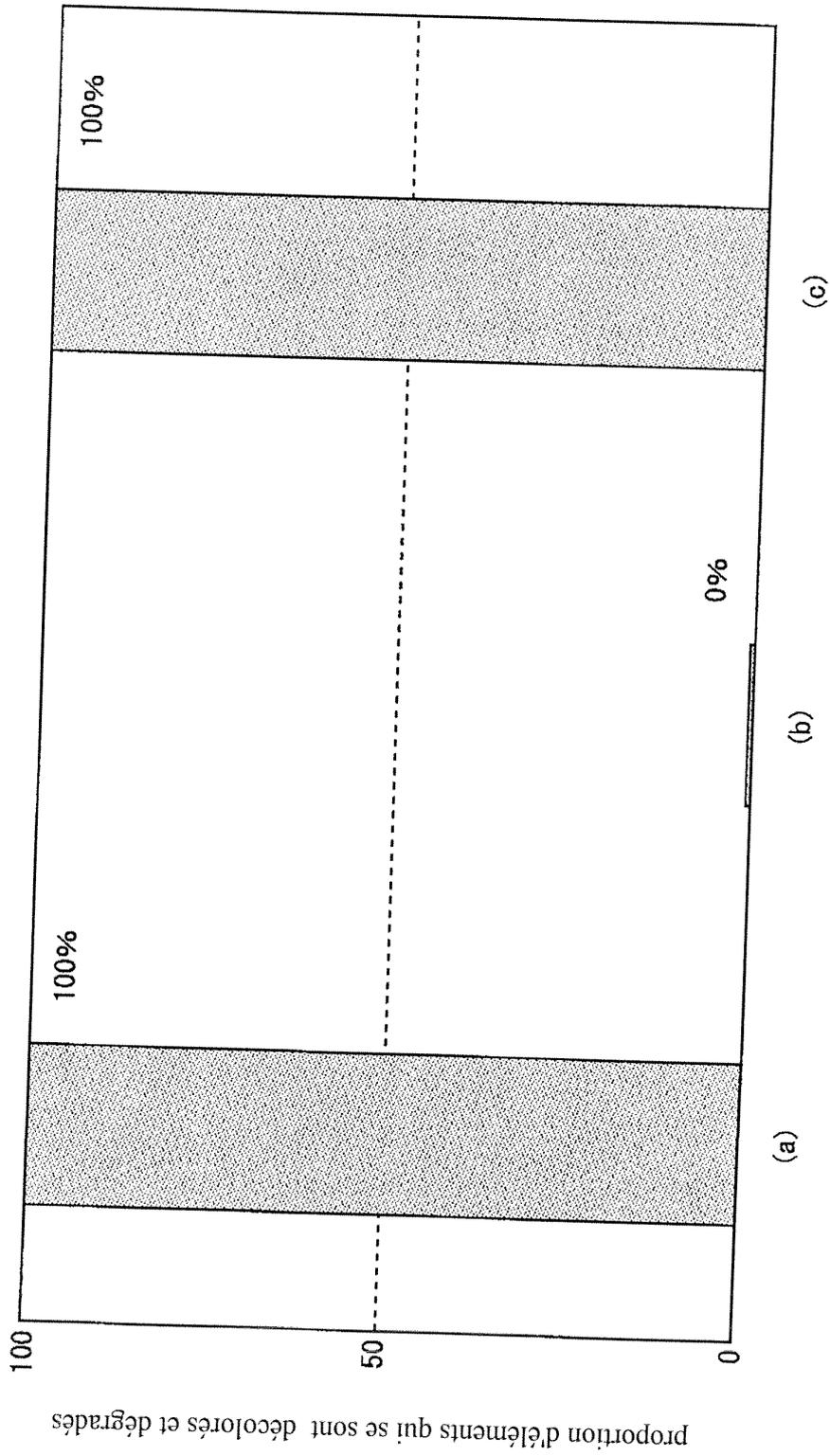


FIG. 3

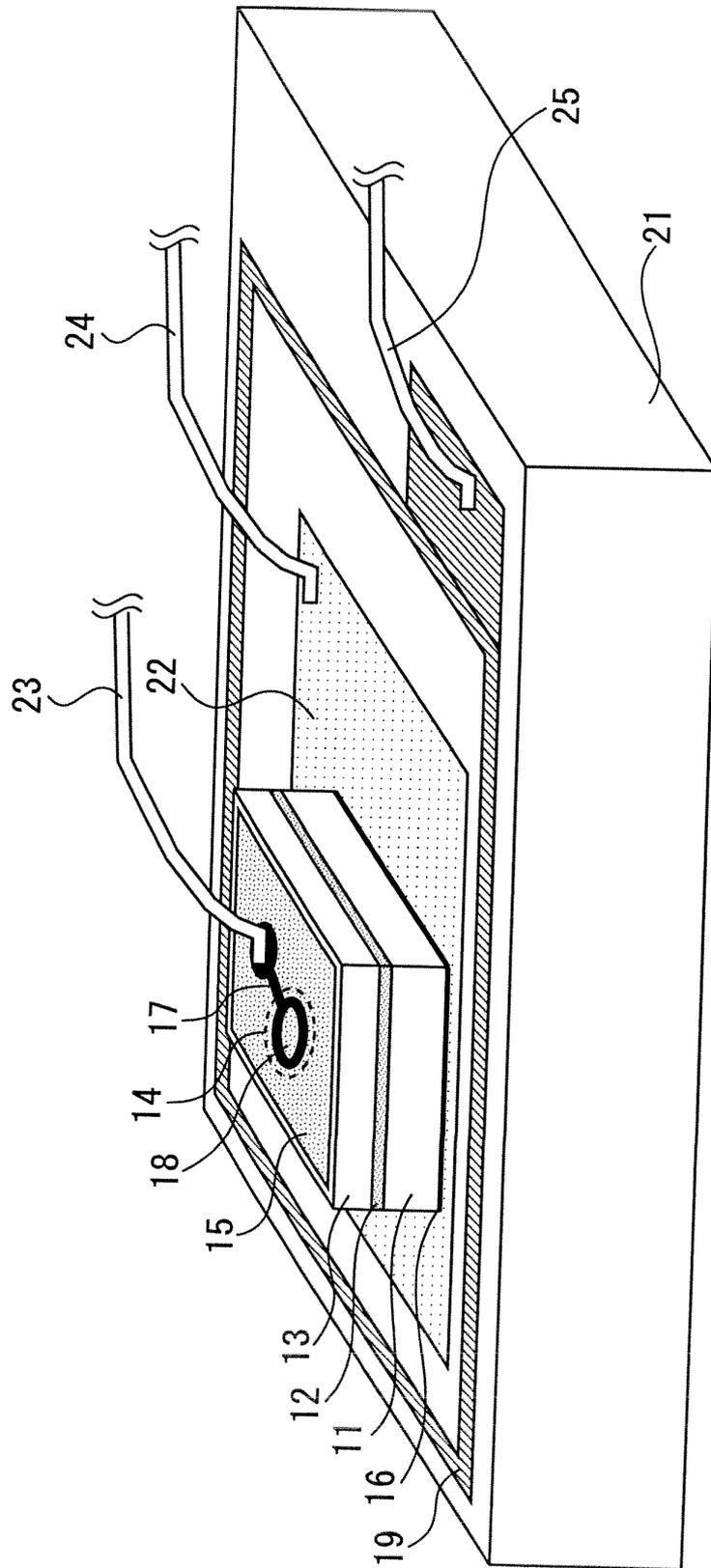


FIG. 4

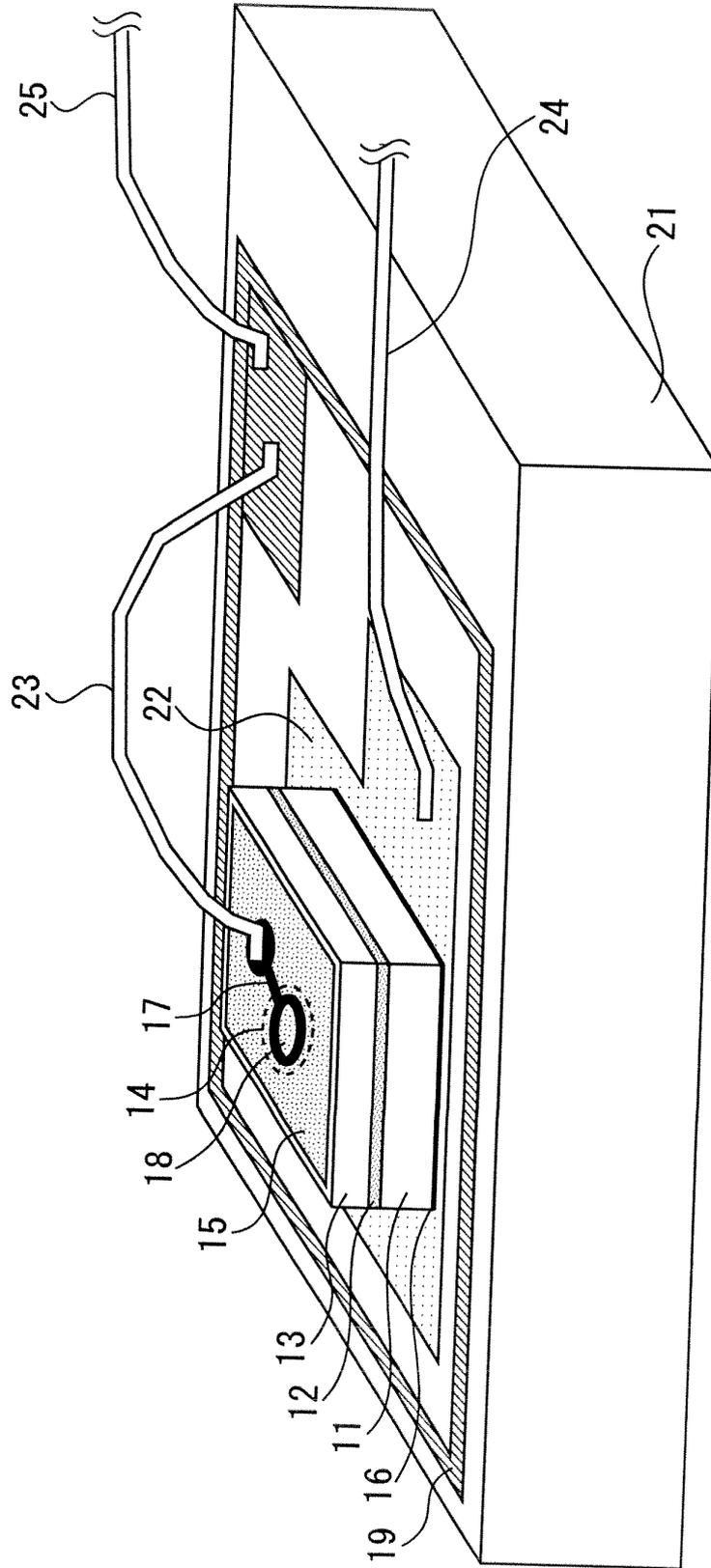


FIG. 5

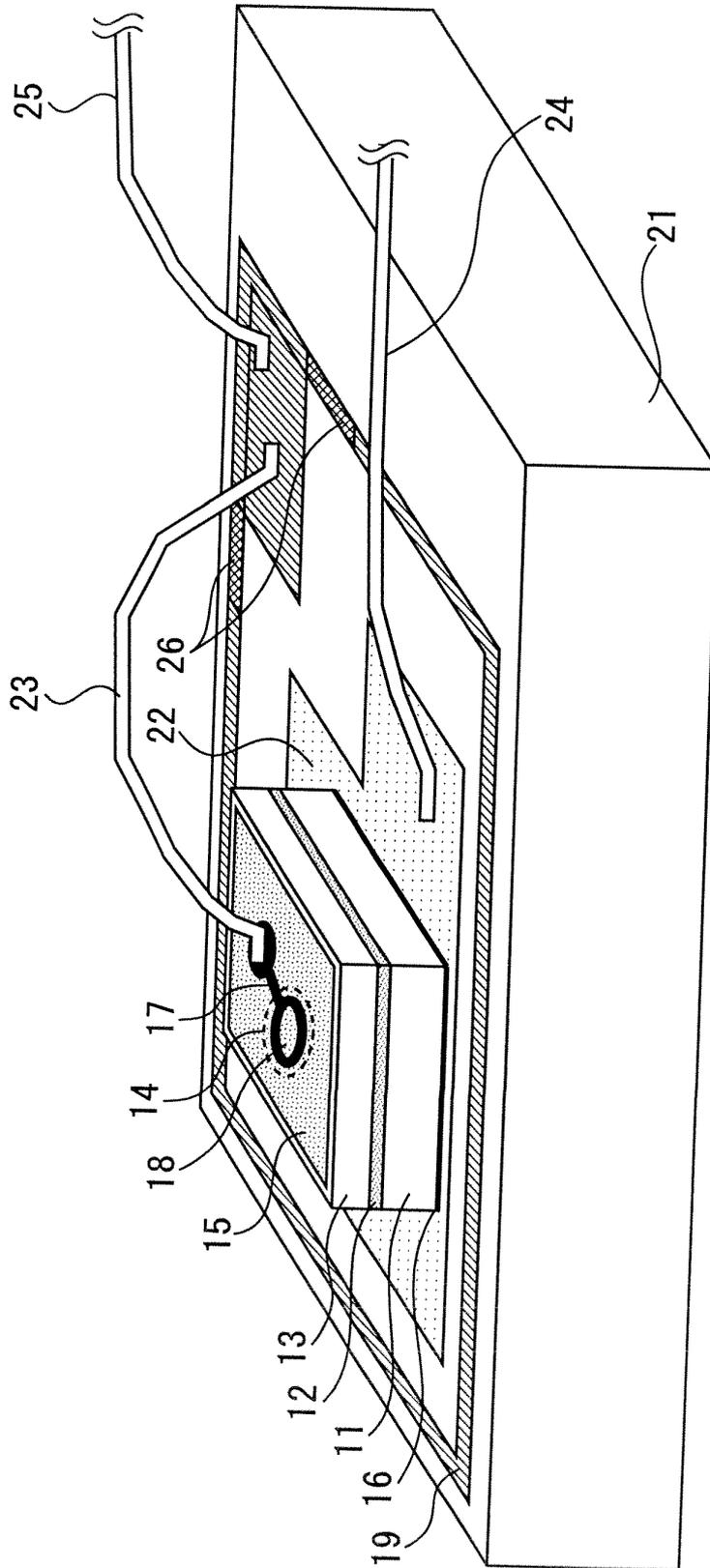


FIG. 6

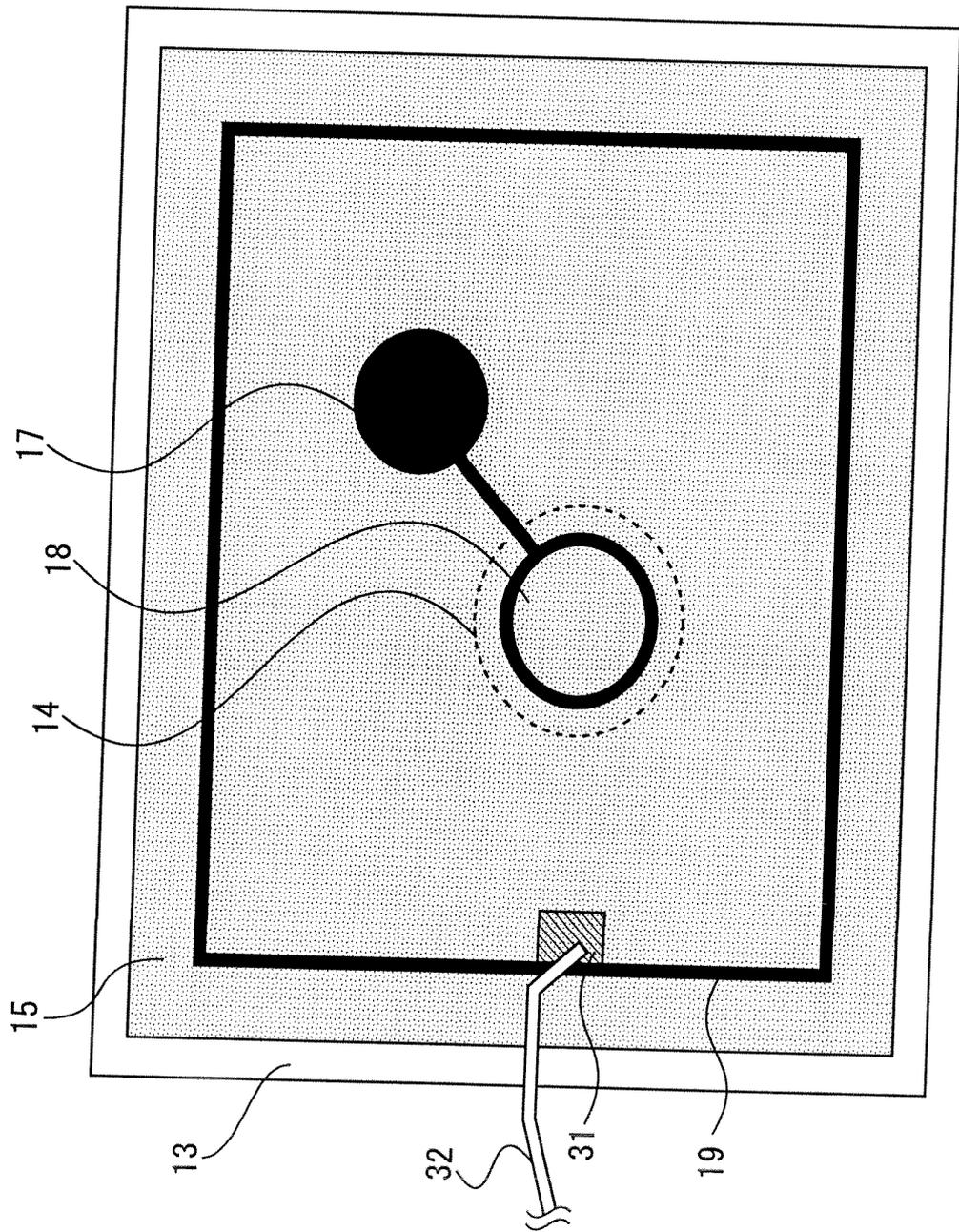


FIG. 7

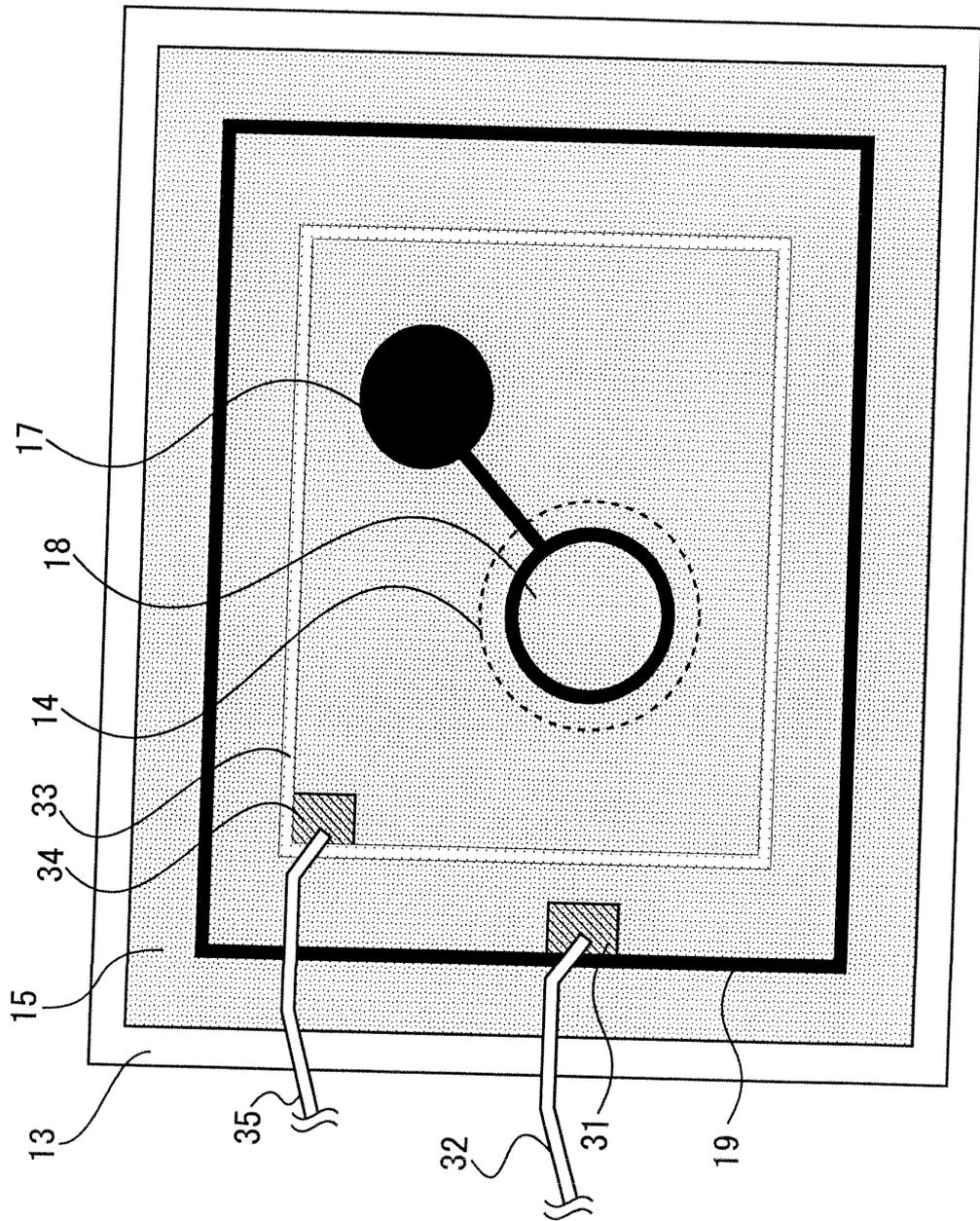


FIG. 8

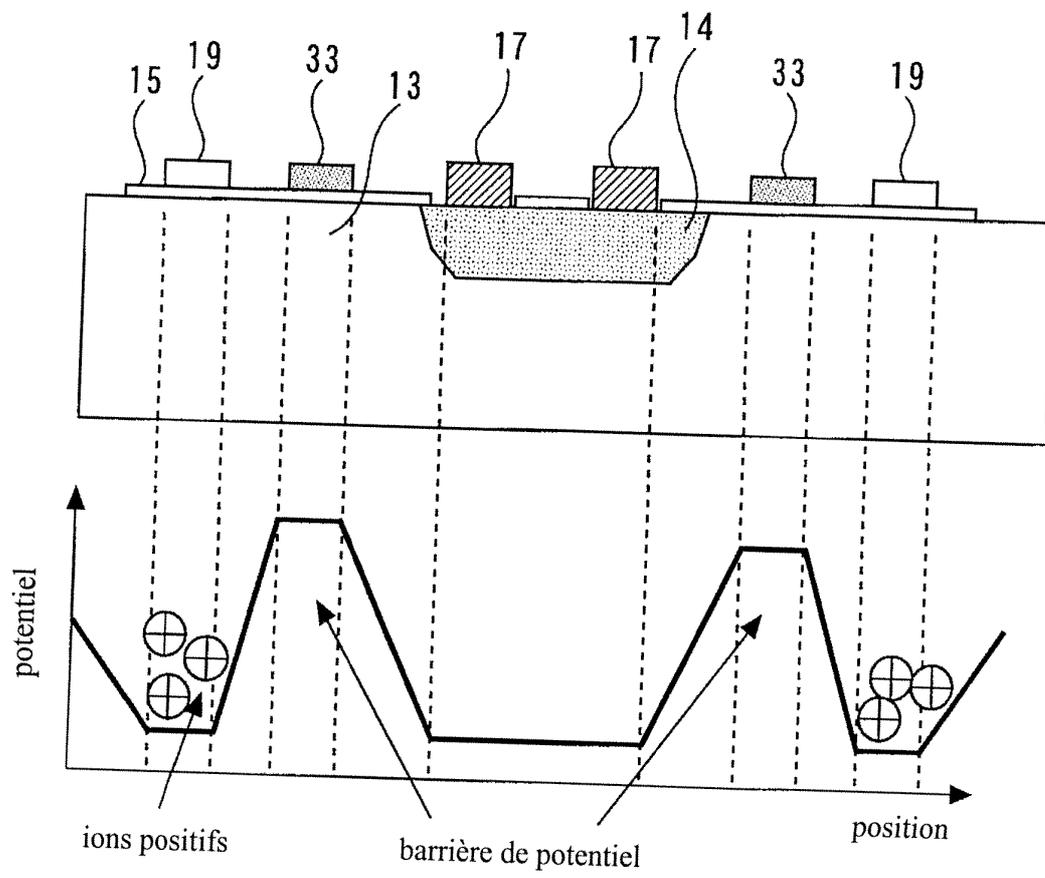


FIG. 9

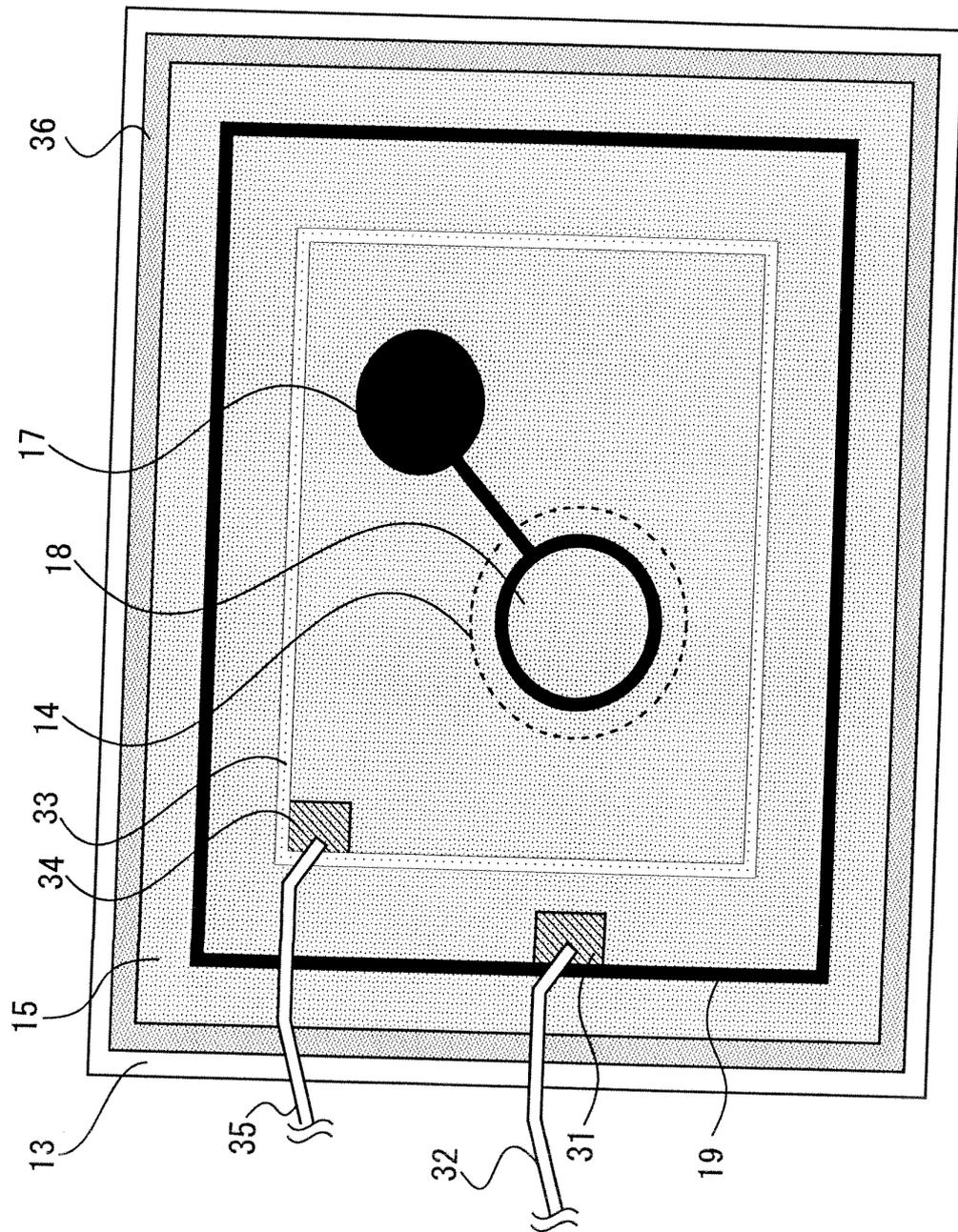


FIG. 10

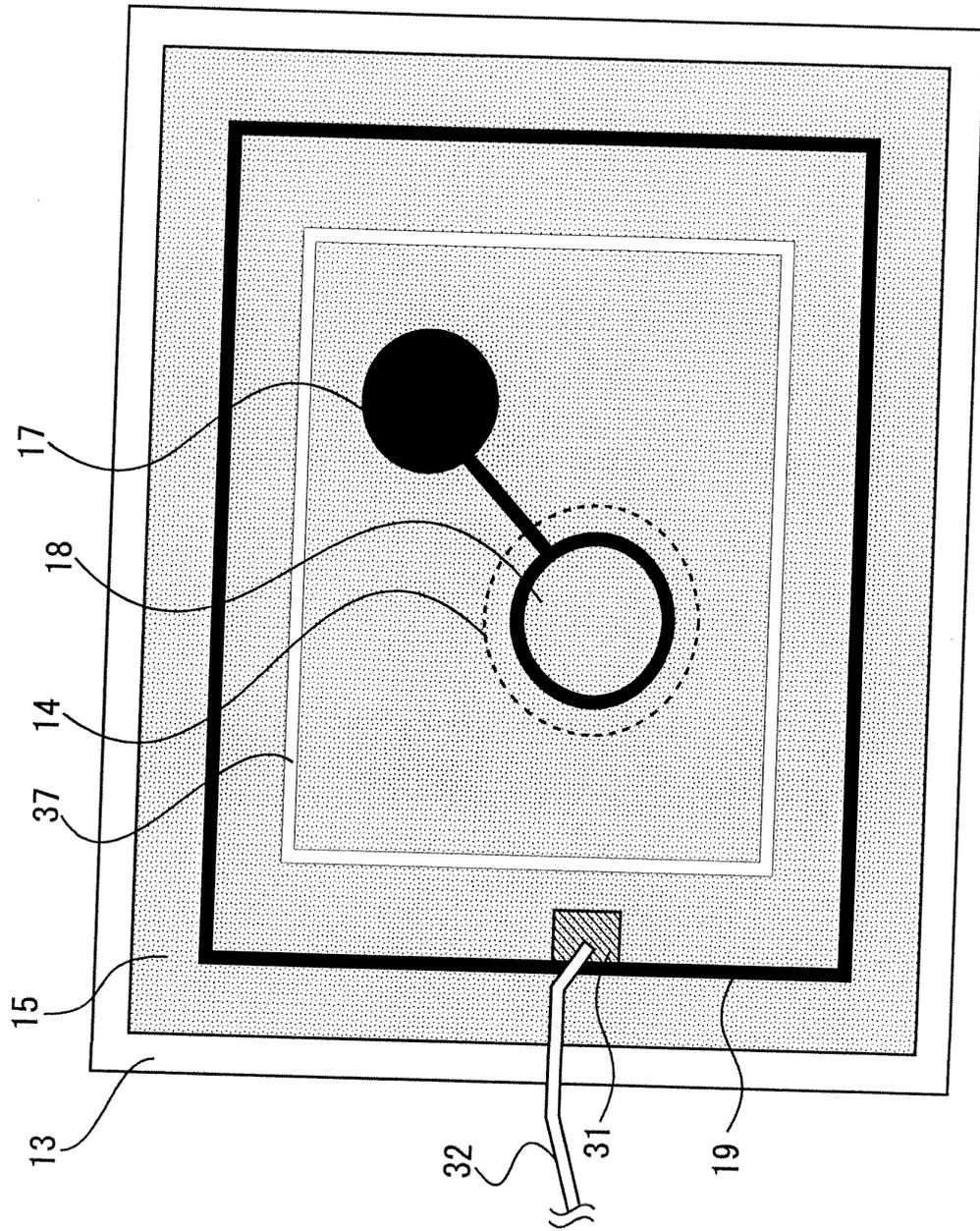


FIG. 11

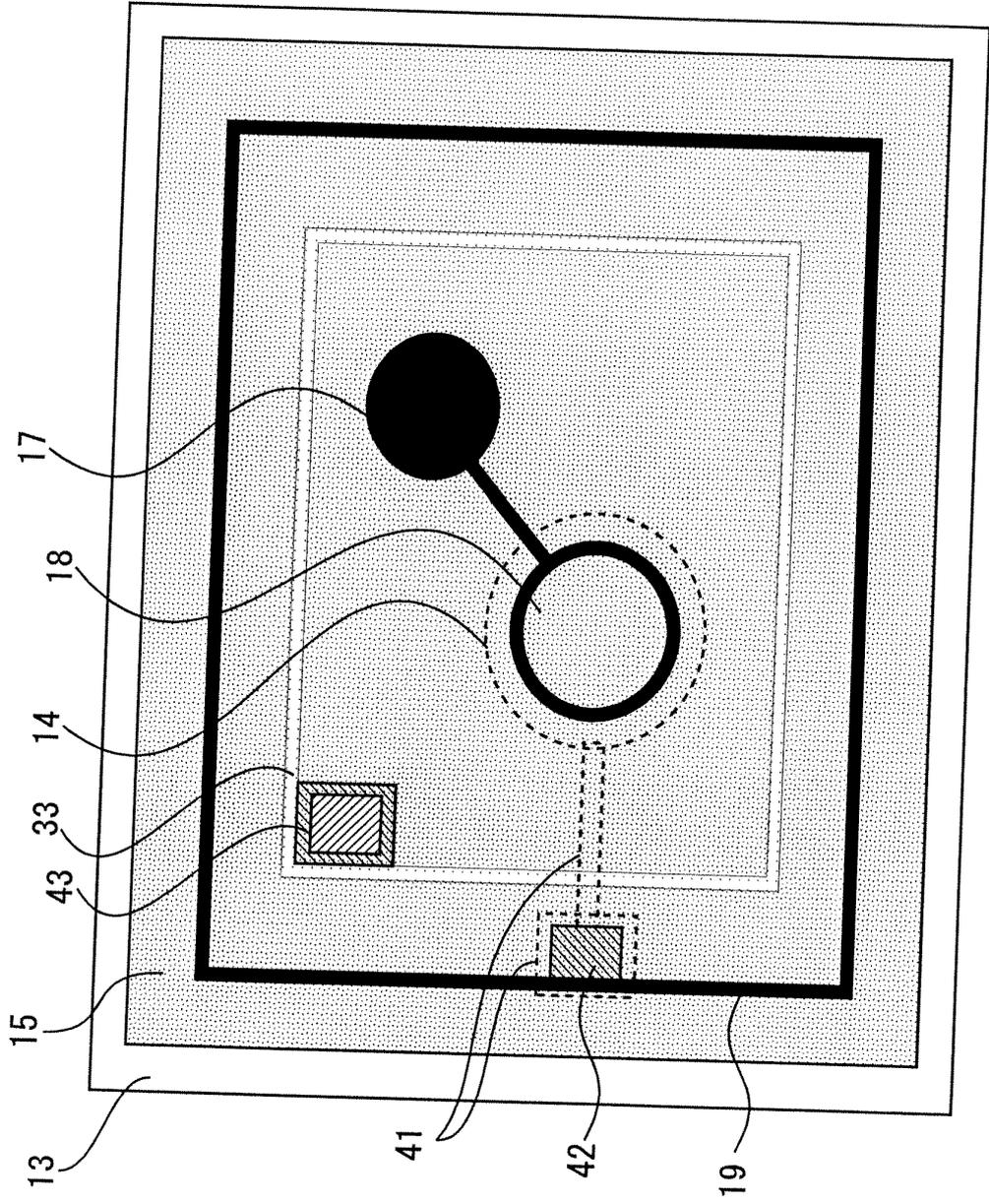


FIG. 12

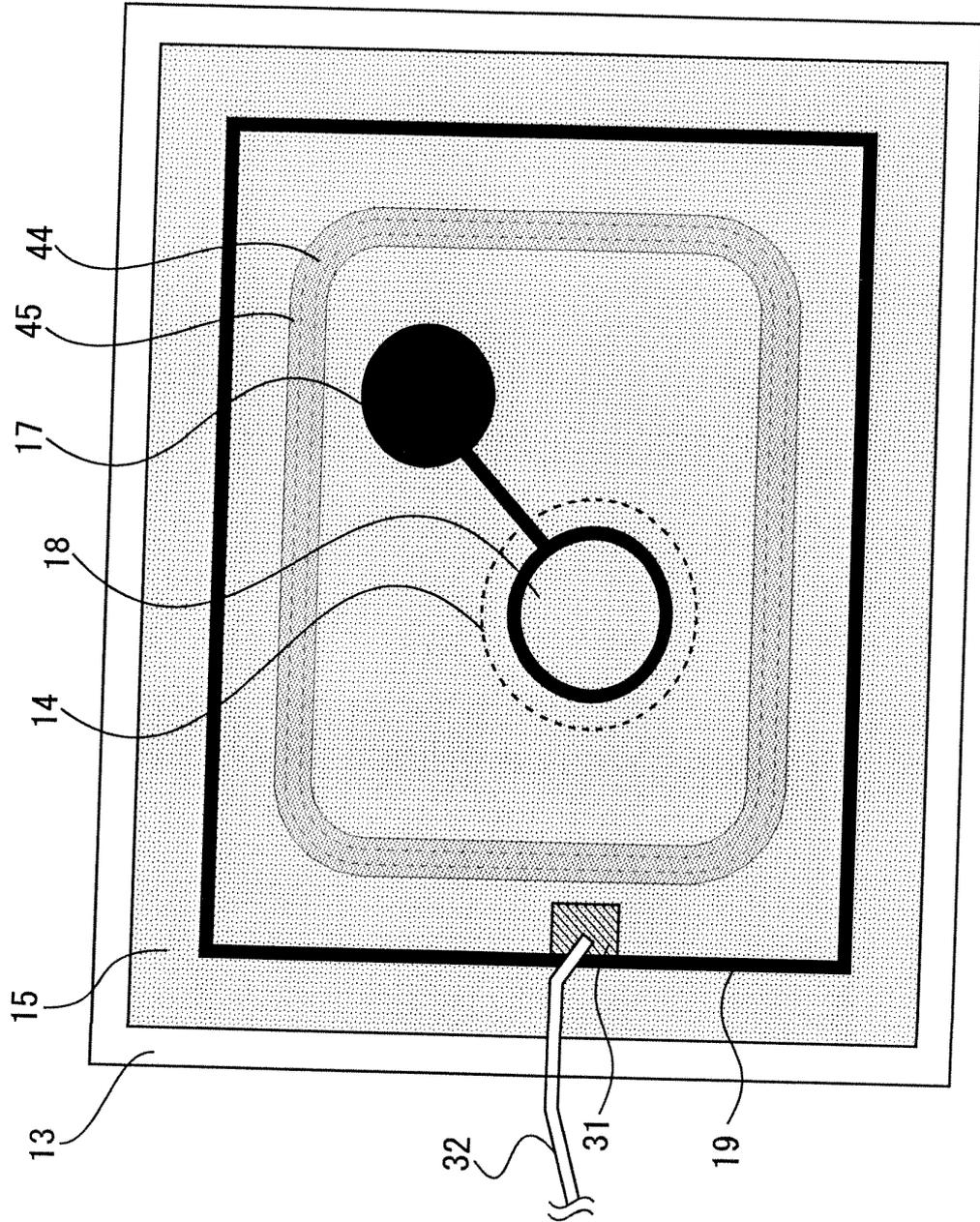


FIG. 13

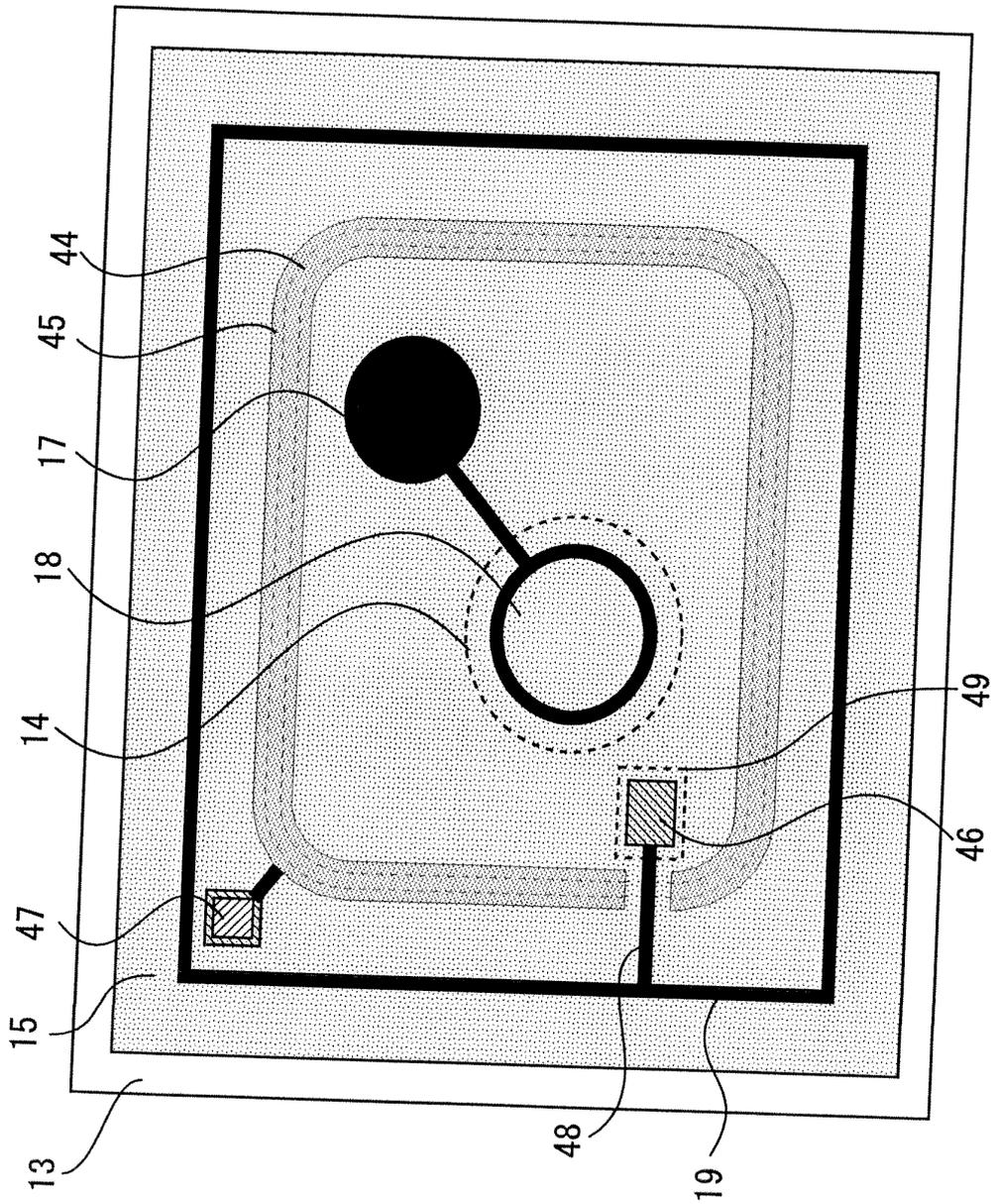


FIG. 14

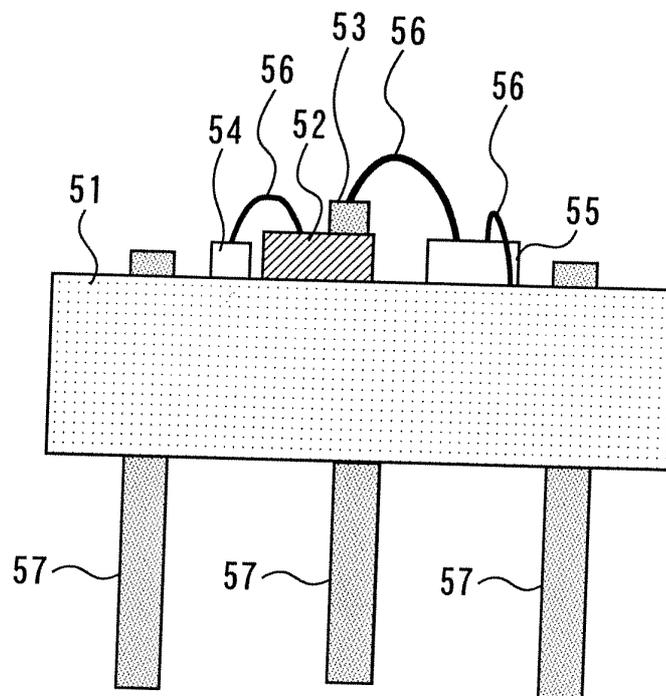


FIG. 15

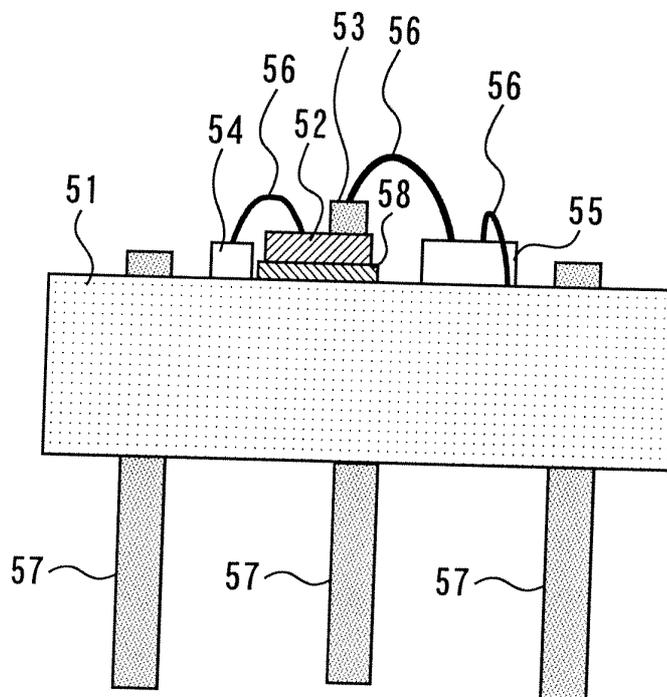


FIG. 16

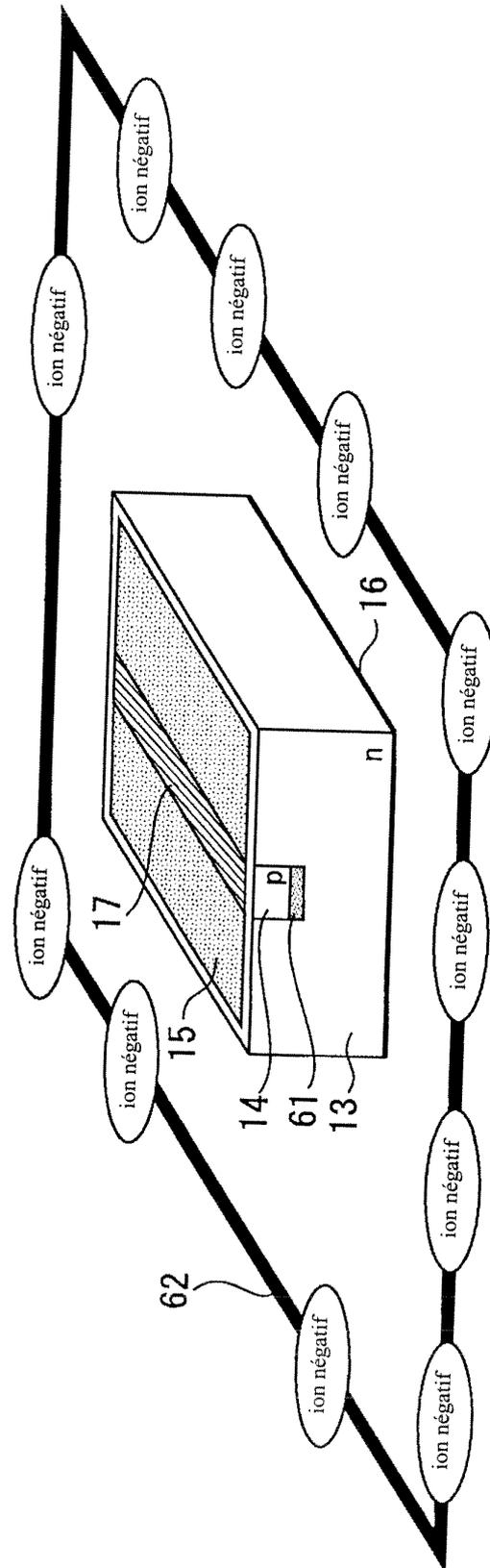


FIG. 17

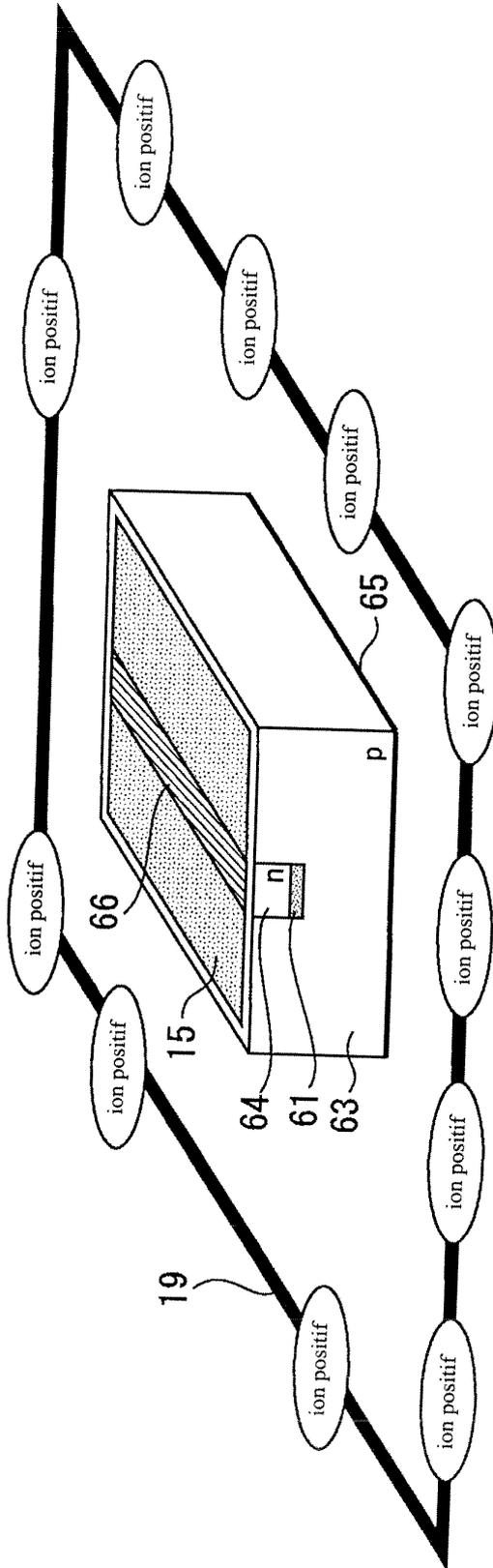


FIG. 18

