

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 070 536

21 N° d'enregistrement national : 18 57860

51 Int Cl⁸ : H 01 L 23/60 (2019.01), H 01 L 29/06, 29/866

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 31.08.18.

30 Priorité : 31.08.17 JP WOJP2017031350.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 01.03.19 Bulletin 19/09.

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 :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SHINDENGEN ELECTRIC MANUFACTURING CO., LTD. — JP.

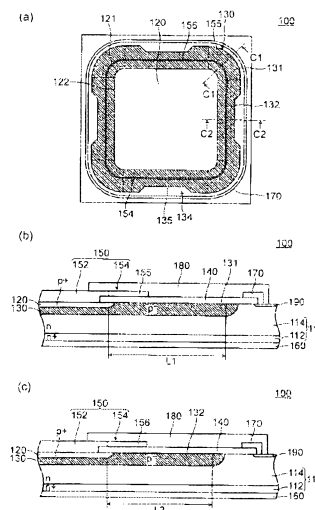
72 Inventeur(s) : NAKAMURA HIDEYUKI, MATSUZAKI YOSHIFUMI et ITO HIROKAZU.

73 Titulaire(s) : SHINDENGEN ELECTRIC MANUFACTURING CO., LTD..

74 Mandataire(s) : CABINET FEDIT LORiot.

54 DISPOSITIF A SEMI-CONDUCTEUR.

57 Un dispositif semi-conducteur (100) comporte: un substrat de base semi-conducteur du type n (110); une première zone semi-conductrice du type p (120); une zone semi-conductrice de surface du type p (130) comportant une pluralité de secondes parties d'angle (131) et une pluralité de secondes parties latérales (132) formées afin d'entourer la première zone semi-conductrice (120) comme on le voit sur une vue en plan, la zone semi-conductrice de surface du type p (130) présentant une concentration en dopant inférieure à la concentration en dopant de la première zone semi-conductrice (120); et une plaque de champ (154) formée dans une zone se recouvrant avec la zone semi-conductrice de surface (130) comme on le voit sur une vue en plan au moyen d'un film d'isolation (140), la plaque de champ (154) comportant une pluralité de parties d'angle de plaque de champ (155) et une pluralité de parties latérales de plaque de champ (156), dans lequel l'une d'une condition (1) pour laquelle une relation $L1 \geq L2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la zone semi-conductrice de surface (130) et d'une condition (2) pour laquelle une relation $FP1 \geq FP2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ (154) est satisfaite et une tension limite de la seconde partie latérale (132) est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle (131). Selon le dispositif semi-conducteur de la présente invention, le dispositif semi-conducteur peut être miniaturisé davantage par comparaison à un dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection, et une résistance à la rupture de l'ensemble du dispositif peut être augmentée par comparaison à celle des dispositifs semi-conducteurs classiques.



FR 3 070 536 - A1



DISPOSITIF SEMI-CONDUCTEUR

Le domaine technique de la présente invention se rapporte à un dispositif semi-conducteur.

Dans l'arrière-plan, de manière classique, il est connu un dispositif semi-conducteur dans lequel des anneaux de protection sont formés dans une zone périphérique (un dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection) (voir, par exemple, le document de brevet 1).

Un dispositif semi-conducteur 900 montré sur les figures 27(a) et 27(b) représente un tel dispositif semi-conducteur classique.

Le dispositif semi-conducteur classique 900 est ce que l'on appelle une puce semi-conductrice.

Comme cela est montré sur les figures 27(a) et 27(b), le dispositif semi-conducteur 900 comporte : un substrat de base semi-conducteur du type n 910 ; une première zone semi-conductrice du type p 920 formée sur une surface d'une première surface principale du substrat de base semi-conducteur 910 ; une pluralité d'anneaux de protection 930 formés sur la surface de la première surface principale afin d'entourer la première zone semi-conductrice 920 comme on le voit sur une vue en plan ; un film d'isolation 940 formé sur la surface de la première surface principale sur une plage à partir d'une zone dans laquelle la première zone semi-conductrice 920 est formée jusqu'à une zone à l'extérieur des anneaux de protection 930 comme on le voit sur une vue en plan ; une électrode du côté première zone semi-conductrice 952 formée dans une zone se recouvrant

avec la première zone semi-conductrice 920 comme on le voit sur une vue en plan ; et une plaque de champ 954 formée sur une plage à partir d'une zone se recouvrant avec l'électrode du côté première zone semi-conductrice 952 jusqu'à une zone se recouvrant avec l'anneau de protection 930, le film d'isolation 940 étant interposé entre l'électrode du côté première zone semi-conductrice 952 et l'anneau de protection 930 comme on le voit sur une vue en plan. L'électrode du côté première zone semi-conductrice 952 et la plaque de champ 954 forment une première électrode 950.

Le dispositif semi-conducteur 900 comporte aussi, en plus des éléments constituants mentionnés ci-dessus, une seconde électrode 960, une électrode d'arrêt de canal 970, une couche d'isolation protectrice 980, et un élément d'arrêt de canal 990.

Sur le dispositif semi-conducteur classique 900, les anneaux de protection 930 sont formés sur la zone périphérique et, par conséquent, une couche d'appauvrissement qui s'étend à partir d'une jonction PN formée entre la première zone semi-conductrice 920 et le substrat de base semi-conducteur 910 lorsqu'une polarisation inverse est appliquée peut s'étendre vers la zone périphérique et, simultanément, une courbure de la couche d'appauvrissement peut être réduite. En résultat, une tension limite du dispositif semi-conducteur 900 peut être augmentée.

Parmi les documents de la technique antérieure on trouve le document de brevet 1 : JP-A-10-173174

Le résumé, en commençant par le problème à résoudre par l'invention va ensuite être donné.

Toutefois, dans un dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection telle que le dispositif semi-conducteur classique 900, il est nécessaire d'augmenter le nombre d'anneaux de protection 930 afin d'acquérir une tension limite d'un certain niveau élevé. Par conséquent, dans un tel dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection, en augmentant le nombre d'anneaux de protection, une surface de la zone périphérique est augmentée, conduisant ainsi à un inconvénient en ce que la miniaturisation du dispositif semi-conducteur est difficile.

En outre, sur le dispositif semi-conducteur classique 900, lorsqu'une polarisation inverse est appliquée, il existe un cas dans lequel une tension limite au niveau d'une partie d'angle de l'anneau de protection 930 devient inférieure à une tension limite au niveau d'une partie latérale de l'anneau de protection 930.

5 Par exemple, dans le dispositif semi-conducteur classique 900, à un point prédéterminé de la partie d'angle (en particulier, le point situé à un emplacement le plus éloigné des limites entre la partie d'angle et les deux parties latérales intercalant la partie d'angle dans un cas dans lequel une courbure de la partie d'angle présente une valeur fixe, ou le point situé à un emplacement à 45° dans un

10 cas dans lequel la partie d'angle est réalisée en une forme d'arc présentant un angle au centre de 90° comme on le voit sur une vue en plan comme dans le cas du dispositif semi-conducteur classique 900), l'étendue d'une couche d'appauvrissement est moindre en vue d'un équilibre de charge. Par conséquent, un claquage par avalanche se produit en premier au niveau de la partie d'angle, en

15 particulier, au niveau d'une section à proximité du point prédéterminé mentionné précédemment de la partie d'angle et une densité de courant de la partie d'angle est augmentée conduisant ainsi à un inconvénient en ce qu'une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif est diminuée.

La présente invention a été faite de manière à surmonter les inconvénients

20 mentionnés ci-dessus et c'est un objectif de la présente invention que de créer un dispositif semi-conducteur qui permet de réaliser la miniaturisation du dispositif semi-conducteur par comparaison à un dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection, et permet d'augmenter une résistance de claquage de l'ensemble du dispositif par comparaison à des dispositifs semi-conducteurs

25 classiques.

[1] En solution au problème, un dispositif semi-conducteur selon la présente invention est un dispositif semi-conducteur qui comporte : un substrat de base semi-conducteur d'un premier type de conductivité ; une première zone semi-conductrice d'un second type de conductivité formée sur une surface d'une

30 première surface principale du substrat de base semi-conducteur, la première zone semi-conductrice comportant une pluralité de premières parties d'angle et une

pluralité de premières parties latérales ; une zone semi-conductrice de surface d'un second type de conductivité formée sur la surface de la première surface principale afin de contenir une zone dans laquelle la zone semi-conductrice de surface se recouvre avec la première zone semi-conductrice comme on le voit sur

5 une vue en plan, la zone semi-conductrice de surface comportant une pluralité de secondes parties d'angle et une pluralité de secondes parties latérales formées de manière à entourer la première zone semi-conductrice comme on le voit sur une vue en plan, et la zone semi-conductrice de surface présentant une concentration en dopant inférieure à la concentration en dopant de la première zone semi-

10 conductrice ; un film d'isolation formé sur la surface de la première surface principale sur une plage à partir d'une zone dans laquelle la première zone semi-conductrice est formée jusqu'à une zone à l'extérieur de la zone semi-conductrice de surface comme on le voit sur une vue en plan ; une électrode du côté première zone semi-conductrice formée dans une zone se recouvrant avec la première zone

15 semi-conductrice comme on le voit sur une vue en plan ; et une plaque de champ formée dans une zone se recouvrant avec la zone semi-conductrice de surface comme on le voit sur une vue en plan au moyen du film d'isolation, la plaque de champ comportant une pluralité de parties d'angle de plaque de champ et une pluralité de parties latérales de plaque de champ, en assimilant une longueur totale

20 de la zone semi-conductrice de surface à partir d'un bord externe de la première zone semi-conductrice jusqu'à un bord externe de la zone semi-conductrice de surface comme on le voit sur une vue en plan de la seconde partie d'angle à L1, et en assimilant une longueur totale de la zone semi-conductrice de surface à partir du bord externe de la première zone semi-conductrice jusqu'au bord externe de la

25 zone semi-conductrice de surface comme on le voit sur une vue en plan de la seconde partie latérale à L2, et en assimilant une longueur à partir du bord externe de l'électrode du côté première zone semi-conductrice jusqu'au bord externe de la plaque de champ comme on le voit sur une vue en plan de la partie d'angle de plaque de champ à FP1, et en assimilant une longueur à partir du bord externe de

30 l'électrode du côté première zone semi-conductrice jusqu'au bord externe de la plaque de champ comme on le voit sur une vue en plan de la partie latérale de

plaque de champ à FP2, au moins l'une d'une condition (1) pour laquelle une relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la zone semi-conductrice de surface et d'une condition (2) pour laquelle une relation $FP1 > FP2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ est satisfaite, et une tension limite de la seconde partie latérale est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle.

[2] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans le paragraphe [1] mentionné ci-dessus, il est préférable que la condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de surface soit satisfaite, et une partie en creux échanquée vers l'intérieur comme on le voit sur une vue en plan peut être formée sur le bord externe de la seconde partie latérale.

[3] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans le paragraphe [2] mentionné ci-dessus, il est préférable que la zone semi-conductrice de surface ne soit pas formée au moins sur une première zone située à une position distante par rapport à un bord externe de la seconde partie latérale comme on le voit sur une vue en plan.

[4] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans le paragraphe [3] mentionné ci-dessus, il est préférable que la partie en creux soit formée de telle sorte qu'une partie d'un fond de la partie en creux forme une ligne droite s'étendant dans une direction x qui est une direction orientée à partir d'une première dite seconde partie d'angle vers l'autre dite seconde partie d'angle entre les secondes parties d'angle disposées de manière adjacente l'une par rapport à l'autre, comme on le voit sur une vue en plan, une forme de la partie en creux est une forme évasée dans laquelle le côté de première zone semi-conductrice est étroit comme on le voit sur une vue en plan, et une forme de la première zone est une forme de bande s'étendant dans une direction suivant la direction x comme on le voit sur une vue en plan.

[5] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans le paragraphe [1] mentionné ci-dessus, il est préférable que la condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de

surface soit satisfaite, et la zone semi-conductrice de surface ne soit pas formée au moins sur une première zone située à une position distante par rapport à un bord externe de la seconde partie latérale comme on le voit sur une vue en plan.

5 [6] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans l'un quelconque des paragraphes [3] à [5] mentionnés ci-dessus, il est préférable qu'une zone de résistance élevée présentant une résistance électrique supérieure à celle de la zone semi-conductrice de surface soit formée au moins au niveau d'une partie de la première zone.

10 [7] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans l'un quelconque des paragraphes [3] à [6] mentionnés ci-dessus, il est préférable que la première zone soit située à une position dans laquelle la première zone se recouvre avec la plaque de champ comme on le voit sur une vue en plan.

15 [8] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans l'un quelconque des paragraphes [3] à [7] mentionnés ci-dessus, il est préférable que la zone semi-conductrice de surface ne soit pas formée sur une seconde zone située à une position distante par rapport au bord externe de la seconde partie d'angle comme on le voit sur une vue en plan.

20 [9] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans le paragraphe [8] mentionné ci-dessus, il est préférable que la première zone et la seconde zone soient formées de manière continue l'une par rapport à l'autre.

[10] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans le paragraphe [1] mentionné ci-dessus, il est préférable que la condition pour laquelle la relation $FP1 > FP2$ est établie au moins au niveau de la partie de la plaque de champ soit satisfaite.

25 [11] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans le paragraphe [10] mentionné ci-dessus, il est préférable que la condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de surface soit satisfaite, et

30 la zone semi-conductrice de surface ne soit pas formée au moins sur une première zone située à une position distante par rapport à un bord externe de la seconde partie latérale comme on le voit sur une vue en plan.

[12] Sur le dispositif semi-conducteur décrit dans le paragraphe [11] mentionné ci-dessus, il est préférable qu'une zone de résistance élevée présentant une résistance électrique supérieure à celle de la zone semi-conductrice de surface soit formée au moins au niveau d'une partie de la première zone.

5 Des effets avantageux de la présente invention vont maintenant être présentés.

Le dispositif semi-conducteur selon la présente invention comporte la zone semi-conductrice de surface n'utilisant pas d'anneau de protection et, par conséquent, une couche d'appauvrissement peut être formée à la fois dans le
10 substrat de base semi-conducteur et la zone semi-conductrice de surface, lorsqu'une polarisation inverse est appliquée. Par conséquent, une tension limite désirée peut être obtenue sans augmenter le nombre de zones semi-conductrices de surface contrairement aux anneaux de protection. Par conséquent, la miniaturisation du dispositif semi-conducteur peut être réalisée, par comparaison
15 au dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection.

Selon le dispositif semi-conducteur de la présente invention, la zone semi-conductrice de surface est formée dans la zone périphérique et, par conséquent, lorsqu'une polarisation inverse est appliquée, une couche d'appauvrissement s'étend en premier à partir d'une jonction PN formée entre la zone semi-
20 conductrice de surface et le substrat de base semi-conducteur et, ensuite, la zone semi-conductrice de surface est entièrement formée en une couche d'appauvrissement. Par conséquent, une tension limite du dispositif semi-conducteur peut être augmentée. En outre, au moins l'une de la condition (1) pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone
25 semi-conductrice de surface et de la condition (2) pour laquelle la relation $FPI > FP2$ est établie au moins au niveau de la partie de la plaque de champ est satisfaite, et la tension limite de la seconde partie latérale est inférieure à la tension limite de la seconde partie d'angle et, par conséquent, la tension limite de la seconde partie latérale peut être volontairement diminuée, conduisant ainsi à un
30 claquage par avalanche sur la seconde partie latérale précédant la seconde partie d'angle de la zone semi-conductrice de surface lorsqu'une tension inverse est

appliquée de telle sorte qu'une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif peut être augmentée par comparaison à celle des dispositifs semi-conducteurs classiques.

Par conséquent, le dispositif semi-conducteur de la présente invention
5 permet d'assurer la miniaturisation du dispositif semi-conducteur par comparaison à un dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection, et permet d'augmenter une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif par comparaison au dispositif semi-conducteur classique.

Une brève description des dessins va ensuite être donnée ci-dessous.

10 Les figures 1 (a) à 1(c) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1. La figure 1(a) est une vue en plan du dispositif semi-conducteur 100, la figure 1(b) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 100 prise suivant une ligne C1-C1 de la figure 1(a), et la figure 1(c) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur
15 100 prise suivant une ligne C2-C2 de la figure 1(a). Dans la présente demande, une "vue en plan" est une vue montrant le dispositif semi-conducteur comme on le voit à partir d'un premier côté de surface principale d'un substrat de base semi-conducteur. Sur les vues en plan, des dessins respectifs, pour représenter principalement une forme d'une zone semi-conductrice de surface 130, un film
20 d'isolation 140, une électrode du côté première zone semi-conductrice 152 et une couche de protection isolante 180 ne sont pas représentés et, en ce qui concerne une plaque de champ 154, uniquement un bord externe est représenté avec une ligne plus épaisse que d'autres lignes. Un bord interne de la plaque de champ 154 (limite entre la plaque de champ 154 et l'électrode du côté première zone semi-
25 conductrice 152) est disposé à une position dans laquelle le bord interne se recouvre avec un bord externe de la première zone semi-conductrice 120 comme on le voit sur une vue en plan. En outre, sur les "vues en plan", des dessins respectifs, des parties de zones disposées sur des bords externes de la première zone semi-conductrice 120 et la zone semi-conductrice de surface 130 sur
30 lesquelles une épaisseur qui est réduite (des parties se rapportant à ce qu'on appelle la diffusion latérale) ne sont pas représentées. Sur les dessins respectifs

comportant les figures 1(a) à 1(c), les dessins qui montrent la configuration du dispositif semi-conducteur sont des vues schématiques et les dimensions des éléments constituants représentés et analogue ne correspondent pas nécessairement aux dimensions des éléments constituants réels.

5 La figure 2 est un graphe destiné à décrire une relation entre une tension limite et une quantité totale de dopant. Sur le graphe montré à la figure 2, une tension limite d'une seconde partie latérale est reportée sur un axe des ordonnées, et une quantité totale de dopant sur la zone semi-conductrice de surface est reportée sur un axe des abscisses. Sur le graphe montré à la figure 2, à la fois
10 suivant l'axe des ordonnées et l'axe des abscisses, les valeurs numériques augmentent suivant la direction positive et la même définition est appliquée aux graphes respectifs décrits ultérieurement. Le graphe montré à la figure 2 est un graphe montrant de manière schématique une relation entre l'axe des ordonnées et l'axe des abscisses (graphe montrant principalement la tendance de la relation) sur
15 la base d'une simulation mise en œuvre sous des conditions considérées comme appropriées. Par conséquent, des valeurs numériques spécifiques ne sont ni données sur l'axe des ordonnées et ni l'axe des abscisses. En outre, un résultat montré sur le graphe ne confirme pas nécessairement un résultat obtenu à partir d'un dispositif semi-conducteur réel. Cette condition est aussi appliquée aux
20 graphes respectifs décrits ultérieurement.

La figure 3 est un graphe destiné à décrire une relation entre une tension limite et une longueur L1 ou L2. Une tension limite d'une seconde partie d'angle ou d'une seconde partie latérale est reportée sur un axe des ordonnées sur le graphe montré à la figure 3 et la longueur L1 ou L2 est reportée sur un axe des
25 abscisses sur le graphe montré à la figure 3. Sur la figure 3, un symbole "a" indique un graphe se rapportant à L1, et le symbole "b" indique un graphe se rapportant à L2.

Les figures 4(a) à 4(c) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2. La figure 4(a) est une vue en plan
30 du dispositif semi-conducteur 101, la figure 4(b) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 101 prise suivant une ligne C1-C1 de la figure 4(a),

et la figure 4(c) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 101 prise suivant une ligne C2-C2 de la figure 4(a).

La figure 5 est un graphe destiné à décrire une relation entre une tension limite et une largeur d'une première zone. La tension limite d'une seconde partie latérale est reportée sur un axe des ordonnées sur le graphe montré à la figure 5 et la largeur de la première zone est reportée sur un axe des abscisses sur le graphe montré à la figure 5. Sur le graphe montré à la figure 5, par rapport aux zones définies par une ligne discontinue, la zone indiquée par le symbole "c" est une zone dans laquelle la tension limite de la seconde partie latérale est réduite par comparaison à un cas dans lequel la première zone n'existe pas, et une zone indiquée par le symbole "d" est une zone dans laquelle la tension limite de la seconde partie latérale est augmentée par comparaison aux cas dans lesquels la première zone n'existe pas.

La figure 6 est un graphe destiné à décrire une relation entre l'intensité de champ électrique et une distance par rapport à un point de référence lorsqu'il n'existe pas de première zone. L'intensité de champ électrique lorsqu'un courant d'avalanche circule est reportée sur un axe des ordonnées sur la figure 6 et une distance à partir d'un point de référence est reportée sur un axe des abscisses. Sur le graphe montré à la figure 6, les symboles p1, p2 indiquent des crêtes de l'intensité de champ électrique. Le "point de référence" est un point arbitraire défini dans une zone dans laquelle une première zone semi-conductrice est formée.

La figure 7 est un graphe destiné à décrire une relation entre l'intensité de champ électrique et une distance par rapport à un point de référence lorsqu'il existe une première zone. L'intensité de champ électrique lorsqu'un courant d'avalanche circule est reportée sur un axe des ordonnées à la figure 7 et une distance par rapport au point de référence est reportée sur un axe des abscisses. Sur le graphe montré à la figure 7, les symboles p1, p2, p3 indiquent des crêtes de l'intensité de champ électrique. Les points indiqués par des symboles p1, p2 sur la figure 7 et les points indiqués par des symboles p1, p2 sur la figure 6 sont des points qui présentent respectivement la même distance par rapport au point de

référence. Le point de référence sur la figure 7 est disposé à la même position que le point de référence sur la figure 6.

Les figures 8(a) à 8(c) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3. La figure 8(a) est une vue en plan
5 du dispositif semi-conducteur 102, la figure 8(b) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 102 prise suivant une ligne C1-C1 de la figure 8(a), et la figure 8(c) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 102 prise suivant une ligne C2-C2 de la figure 8(a).

La figure 9 est une vue partiellement agrandie montrant une partie indiquée
10 par C3 sur la figure 8(a) d'une manière agrandie.

Les figures 10(a) et 10(b) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4. La figure 10(a) est une vue en coupe transversale correspondant à la vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur prise suivant une ligne C2-C2 (voir figure 8(c) ou analogue) (la
15 même condition étant appliquée lorsqu'une telle vue en coupe transversale est simplement appelée ci-après la vue en coupe transversale), et la figure 10(b) est une vue partiellement agrandie d'une partie correspondant à la partie montrée sur la figure 9.

La figure 11 est une vue destinée à décrire une relation entre une tension
20 limite et la concentration de dopant de surface. La tension limite d'une seconde partie latérale est reportée sur un axe des ordonnées sur le graphe montré à la figure 11 et la concentration en dopant de surface d'une zone de résistance élevée est reportée sur un axe des abscisses sur le graphe montré à la figure 11. Sur la figure 11, le symbole "e" indique un graphe lorsqu'il n'existe pas de première zone
25 dans la seconde partie latérale et le symbole "f" indique un graphe lorsque la première zone et la zone de résistance élevée existent dans la seconde partie latérale. Lorsqu'il n'existe pas de première zone, la concentration en dopant de surface dans la zone de résistance élevée ne peut pas non plus être considérée et, par conséquent, une tension limite ne change pas de telle sorte qu'un graphe
30 indiqué par le symbole "e" devient une ligne droite qui ne dépend pas de la concentration en dopant de surface.

Les figures 12 (a) à 12(c) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 104 selon le mode de réalisation 5. La figure 12(a) est une vue en plan du dispositif semi-conducteur 104, la figure 12(b) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 104 prise suivant une ligne C1-C1 de la figure 12(a), et la figure 12(c) est une vue en coupe transversale prise suivant une ligne C2-C2 de la figure 12(a).

La figure 13 est un graphe destiné à décrire une relation entre une tension limite et une longueur FP1 ou FP2. Une tension limite d'une seconde partie d'angle ou d'une seconde partie latérale est reportée sur un axe des ordonnées sur le graphe montré à la figure 13 et la longueur FP1 ou FP2 est reportée sur un axe des abscisses sur le graphe montré à la figure 13. Sur la figure 13, le symbole "g" indique un graphe se rapportant à FP1, et le symbole "h" indique un graphe se rapportant à FP2.

Les figures 14 (a) à 14(c) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 105 selon le mode de réalisation 6. La figure 14(a) est une vue en plan du dispositif semi-conducteur 105, la figure 14(b) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 105 prise suivant une ligne C1-C1 de la figure 14(a) et la figure 14(c) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 105 prise suivant une ligne C2-C2 de la figure 14(a).

La figure 15 est un graphe destiné à décrire une relation entre une tension limite et une largeur d'une première zone ou d'une seconde zone. La tension limite est reportée sur un axe des ordonnées sur le graphe montré à la figure 15 et la largeur de la première zone ou la largeur de la seconde zone est reportée sur un axe des abscisses sur le graphe montré à la figure 15. Sur la figure 15, le symbole "i" indique un graphe se rapportant à la seconde partie d'angle et le symbole "j" indique un graphe se rapportant à la seconde partie latérale.

Les figures 16 (a) à 16(c) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 106 selon la variante 1. La figure 16(a) est une vue en plan du dispositif semi-conducteur 106, la figure 16(b) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 106 prise suivant une ligne C1-C1 de la figure 16(a), et la figure 16(c) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-

conducteur 106 prise suivant une ligne C2-C2 de la figure 16(a).

Les figures 17(a) à 17(c) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 107 selon la variante 2. La figure 17(a) est une vue en plan du dispositif semi-conducteur 107, la figure 17(b) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 107 prise suivant une ligne C1-C1 de la figure 17(a) et la figure 17(c) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 107 prise suivant une ligne C2-C2 de la figure 17(a).

Les figures 18 (a) à 18(c) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 106a selon la variante 3. La figure 18(a) est une vue en plan du dispositif semi-conducteur 106a, la figure 18(b) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 106a prise suivant une ligne C1-C1 de la figure 18(a) et la figure 18(c) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 106a prise suivant une ligne C2-C2 de la figure 18(a).

Les figures 19 (a) à 19(c) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur 107a selon la variante 4. La figure 19(a) est une vue en plan du dispositif semi-conducteur 107a, la figure 19(b) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 107a prise suivant une ligne C1-C1 de la figure 19(a) et la figure 19(c) est une vue en coupe transversale du dispositif semi-conducteur 107a prise suivant une ligne C2-C2 de la figure 19(a).

La figure 20 est une vue en plan d'un dispositif semi-conducteur 108 selon la variante 5.

La figure 21 est une vue en coupe transversale d'un dispositif semi-conducteur 102a selon la variante 6.

La figure 22 est une vue en coupe transversale d'un dispositif semi-conducteur 102b selon la variante 7.

La figure 23 est une vue en coupe transversale d'un dispositif semi-conducteur 102c selon la variante 8.

La figure 24 est une vue en coupe transversale d'un dispositif semi-conducteur 102d selon la variante 9.

La figure 25 est une vue en plan d'un dispositif semi-conducteur 104a selon la variante 10.

La figure 26 est une vue en plan d'un dispositif semi-conducteur 104b selon la variante 11.

Les figures 27 (a) et 27(b) sont des vues destinées à décrire un dispositif semi-conducteur classique 900. La figure 27(a) est une vue en plan du dispositif semi-conducteur 900, et la figure 27(b) est une vue en coupe transversale prise suivant une ligne C-C de la figure 27(a). Sur la figure 27(a), pour représenter principalement une forme d'anneaux de protection 930, un film d'isolation 940, une électrode du côté première zone semi-conductrice 952 et une couche de protection isolante 980 ne sont pas représentés et en ce qui concerne une plaque de champ 954, seul un bord externe est représenté avec une ligne plus épaisse que d'autres lignes.

Des modes de réalisation vont maintenant être décrits ci-dessous.

Ci-après, un dispositif semi-conducteur selon la présente invention est décrit sur la base des modes de réalisation montrés sur les dessins. Les modes de réalisation respectifs décrits ci-après ne sont pas destinés à limiter l'invention selon les revendications. En outre, tous les éléments décrits dans les modes de réalisation respectifs et toutes les combinaisons de ces éléments ne sont pas toujours indispensables en tant que solutions aux problèmes selon la présente invention. Dans les modes de réalisation respectifs, par rapport à la configuration de base et aux éléments constituant présentant les mêmes particularités techniques (comportant des éléments constituant qui ne sont pas totalement identiques par rapport aux formes ou analogue), il peut exister des cas dans lesquels la configuration et les éléments constituant sont indiqués en utilisant les mêmes symboles et la description répétée de la configuration et des éléments constituant est omise.

Selon le mode de réalisation 1, un dispositif semi-conducteur 100 est ce que l'on appelle une puce semi-conductrice.

Comme cela est montré à la figure 1, le dispositif semi-conducteur 100 comporte : un substrat de base semi-conducteur 110 d'un premier type de conductivité (le type n dans le mode de réalisation 1) ; une première zone semi-conductrice 120 d'un second type de conductivité (le type p dans le mode de

réalisation 1) formée sur une surface d'une première surface principale du substrat de base semi-conducteur 110, la première zone semi-conductrice 120 comportant une pluralité de premières parties d'angle 121 et une pluralité de premières parties latérales 122 ; une zone semi-conductrice de surface 130 d'un second type de conductivité formée sur la surface de la première surface principale de manière à
5 contenir une zone se recouvrant avec la première zone semi-conductrice 120 comme on le voit sur une vue en plan, la zone semi-conductrice de surface 130 comportant une pluralité de secondes parties d'angle 131 et une pluralité de secondes parties latérales 132 formées de manière à entourer la première zone
10 semi-conductrice 120 comme on le voit sur une vue en plan, et la zone semi-conductrice de surface 130 présentant une concentration en dopant inférieure à celle de la première zone semi-conductrice 120 ; un film d'isolation 140 formé sur la surface de la première surface principale à l'intérieur d'une plage à partir d'une zone dans laquelle la première zone semi-conductrice 120 est formée jusqu'à une
15 zone à l'extérieur de la zone semi-conductrice de surface 130 comme on le voit sur une vue en plan ; une électrode du côté première zone semi-conductrice 152 formée dans une zone se recouvrant avec la première zone semi-conductrice 120 comme on le voit sur une vue en plan ; et une plaque de champ 154 formée sur une zone se recouvrant avec la zone semi-conductrice de surface 130 comme on le
20 voit sur une vue en plan au moyen d'un film d'isolation 140, la plaque de champ 154 comportant une pluralité de parties d'angle de plaque de champ 155 et une pluralité de parties latérales de plaque de champ 156. L'électrode du côté première zone semi-conductrice 152 et la plaque de champ 154 sont formées de manière continue l'une par rapport à l'autre formant ainsi une première électrode 150.

25 Le dispositif semi-conducteur 100 comporte aussi, en plus des éléments constituants mentionnés ci-dessus, une seconde électrode 160, une électrode d'arrêt de canal 170, une couche d'isolation protectrice 180 et un élément d'arrêt de canal 190.

30 Dans la présente demande, une "première partie latérale" signifie une partie d'une partie de bord externe de la première zone semi-conductrice sur laquelle un bord externe est formé d'une ligne droite.

Dans la présente demande, une "première partie d'angle" signifie une partie de la partie de bord externe de la première zone semi-conductrice dans laquelle une première partie latérale et l'autre première partie latérale sont reliées l'une à l'autre tout en modifiant un angle formé par les deux premières parties latérales.

5 La première partie d'angle correspond à une partie d'un angle de la première zone semi-conductrice.

Dans la présente demande, une "seconde partie latérale" signifie une partie de la zone semi-conductrice de surface correspondant à la première partie latérale. Il est aussi prudent de dire que la seconde partie latérale est une partie de la zone
10 semi-conductrice de surface qui existe sur un côté de direction perpendiculaire et à l'extérieur de la ligne droite du bord externe de la première partie latérale comme on le voit sur une vue en plan.

Dans la présente demande, une "seconde partie d'angle" signifie une partie de la zone semi-conductrice de surface correspondant à la première partie d'angle.
15 Il est aussi prudent de dire que la seconde partie d'angle est une partie de la zone semi-conductrice de surface dans laquelle une première seconde partie latérale et l'autre seconde partie latérale sont reliées l'une à l'autre tout en modifiant un angle formé par les deux secondes parties latérales comme on le voit sur une vue en plan.

20 Dans la présente demande, un "bord externe de la zone semi-conductrice" signifie un bord externe d'une partie présentant une profondeur fixe (épaisseur) dans la zone semi-conductrice. C'est-à-dire, ce que l'on appelle une diffusion latérale n'est pas contenue sur le bord externe de la zone semi-conductrice.

Dans la présente demande, un "bord externe" signifie une extrémité externe
25 d'un élément constituant, et une "partie de bord externe" signifie une partie comportant le bord externe.

Le substrat de base semi-conducteur 110 comporte une zone semi-conductrice du type n+ 112, et une zone semi-conductrice du type n 114 disposée sur un côté de première électrode 150 de la zone semi-conductrice du type n+ 112.
30 Une jonction PN est formée entre la zone semi-conductrice du type n 114 et la zone semi-conductrice de surface 130.

Une concentration en dopant de surface de la zone semi-conductrice du type n+ 112 peut, par exemple, être définie à une valeur supérieure ou égale à $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$. Une profondeur de la zone semi-conductrice du type n+ 112 à partir d'une surface arrière (côté seconde électrode 160) (l'épaisseur de la zone semi-conductrice du type n+ 112) peut être définie entre 5 et 90 μm .

La résistance spécifique de pastille de la zone semi-conductrice du type n 114 peut, par exemple, être définie entre 60 et 70 $\Omega\cdot\text{cm}$. Une épaisseur d'une couche de pastille "i" de la zone semi-conductrice du type n 114 peut, par exemple, être définie entre 90 et 150 μm .

Il est préférable que la première zone semi-conductrice 120 soit une zone entourée par la pluralité de premières parties d'angle 121 et la pluralité de premières parties latérales 122 dans un état dans lequel la première partie d'angle 121 et la première partie latérale 122 sont disposées de manière alternée. La première zone semi-conductrice 120 selon le mode de réalisation 1 comporte quatre premières parties d'angle 121 et quatre premières parties latérales 122 présentant ainsi une forme approximativement quadrangulaire (approximativement carrée).

La concentration en dopant de surface de la première zone semi-conductrice 120 peut, par exemple, être définie entre 1×10^{16} et $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$. Une profondeur de la première zone semi-conductrice 120 peut, par exemple, être définie entre 1 et 4 μm .

Il est préférable que la zone semi-conductrice de surface 130 soit une zone entourée par la pluralité de secondes parties d'angle 131 et la pluralité de secondes parties latérales 132 dans un état dans lequel la seconde partie d'angle 131 et la seconde partie latérale 132 sont disposées de manière alternée. La zone semi-conductrice de surface 130 selon le mode de réalisation 1 comporte quatre secondes parties d'angle 131 et quatre secondes parties latérales 132 présentant ainsi une forme approximativement quadrangulaire (approximativement carrée).

Une quantité totale de dopant de la zone semi-conductrice de surface 130 peut, par exemple, être définie entre 5×10^{11} et $12 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$. Une profondeur de

la zone semi-conductrice de surface 130 peut, par exemple, être définie entre 3 et 6 μm .

Une relation entre une tension limite et une quantité totale de dopant de la zone semi-conductrice de surface va être brièvement décrite.

5 "Quantité totale de dopant" signifie une valeur obtenue en intégrant une distribution de concentration suivant une direction de profondeur à partir d'une surface de la zone semi-conductrice de surface.

Comme cela est montré à la figure 2, en ajustant (en augmentant ou diminuant) une quantité totale de dopant de la zone semi-conductrice de surface,
10 une tension limite peut être ajustée (augmentée ou diminuée) à l'intérieur d'une plage de plusieurs centaines de V au cours de l'utilisation pratique du dispositif semi-conducteur.

Bien qu'une quantité totale de dopant soit une valeur se rapportant aussi à une valeur de dose (quantité implantée de dopant), il peut exister un cas dans
15 lequel une corrélation appropriée ne peut pas être nécessairement obtenue entre une tension limite et la valeur de dose. Ceci est principalement attribué à une modification sur la quantité de dopant au moment d'exécuter le traitement thermique.

Comme cela est montré à la figure 1, la seconde partie d'angle 131 présente
20 une forme plane chanfreinée sur une surface ronde (raccordant de manière régulière un bord externe de la seconde partie latérale 132 et un bord externe de l'autre seconde partie latérale 132) comme on le voit sur une vue en plan.

Le bord externe de la seconde partie d'angle 131 présente une forme d'arc.

En assimilant une longueur totale de la zone semi-conductrice de surface
25 130 à partir du bord externe de la première zone semi-conductrice 120 jusqu'au bord externe de la zone semi-conductrice de surface 130 comme on le voit sur une vue en plan de la seconde partie d'angle 131 à L1, et en assimilant une longueur totale de la zone semi-conductrice de surface 130 à partir du bord externe de la première zone semi-conductrice 120 jusqu'au bord externe de la zone semi-
30 conductrice de surface 130 comme on le voit sur une vue en plan de la seconde partie latérale 132 à L2, le dispositif semi-conducteur 100 satisfait une condition

pour laquelle une relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la zone semi-conductrice de surface 130 (voir les figures 1(b) et 1(c)). Une tension limite de la seconde partie latérale 132 est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle 131.

5 Dans la présente demande, pour satisfaire la condition "une relation $L1 > L2$ est satisfaite au moins au niveau d'une partie de la zone semi-conductrice de surface ", il est suffisant que $L2$, qui est inférieur à $L1$ prenne une valeur plus importante au moins au niveau d'une partie dans la zone semi-conductrice de surface, et il est inutile que la relation de $L1 > L2$ soit satisfaite sur la totalité des
10 zones des secondes parties d'angle et des secondes parties latérales.

Dans la présente demande, "une tension limite de la seconde partie latérale est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle" ne signifie pas qu'une tension limite de toutes les parties de la seconde partie latérale est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle, mais signifie qu'une
15 tension limite d'au moins une partie de la seconde partie latérale est inférieure à une tension limite d'une partie de la seconde partie d'angle dans laquelle la tension limite est inférieure.

Dans le mode de réalisation 1, la valeur $L1$ de la zone semi-conductrice de surface 130 peut, par exemple, être définie à 300 μm , et $L2$ peut, par exemple, être
20 définie à 180 μm .

Dans la présente demande, "une longueur totale de la zone semi-conductrice de surface" signifie une longueur suivant laquelle la zone semi-conductrice de surface est formée lorsque la zone semi-conductrice de surface est vue de manière
25 unidimensionnelle. C'est-à-dire que, dans un cas dans lequel il existe une zone dans laquelle il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface (une première zone ou une seconde zone décrite ultérieurement), la longueur totale de la zone semi-conductrice de surface ne comporte pas une longueur correspondant à la zone (une largeur de la zone) (voir, par exemple, le mode de réalisation 2 et la
30 figure 4(c) décrits ultérieurement). De plus, la longueur totale de la zone semi-conductrice de surface ne comporte pas ce que l'on appelle une partie de diffusion

latérale.

Dans le mode de réalisation 1, à la fois sur les secondes parties d'angle 131 et les secondes parties latérales 132, la zone semi-conductrice de surface 130 est formée de manière continue à partir de l'intérieur vers l'extérieur (voir les figures 1(b), 1(c)).

Le dispositif semi-conducteur 100 comporte des parties en creux 134 échancrées vers l'intérieur sur les bords externes des secondes parties latérales 132 comme on le voit sur une vue en plan. Sur la figure 1(a), le symbole 135 indique un fond de la partie en creux 134.

La forme de la partie en creux 134 est réalisée suivant une forme évasée dans laquelle une largeur d'un côté de première zone semi-conductrice 120 (côté du fond 135) est étroite.

Dans la présente demande, "le fait d'avoir des parties en creux échancrées vers l'intérieur sur les bords externes des secondes parties latérales comme on le voit sur une vue en plan" signifie que la partie en creux est disposée sur la seconde partie latérale, c'est-à-dire, que les extrémités de la partie en creux (points sur lesquels le bord externe de la seconde partie latérale commence à être échancré) n'entrent pas dans les secondes parties d'angle.

Le bord externe de la seconde partie latérale 132 à proximité de la seconde partie d'angle 131 (partie de la seconde partie latérale 132 sur un côté d'une autre seconde partie d'angle 131 qu'une partie d'extrémité du fond 135 de la partie en creux 134) est formé de : une première partie droite s'étendant dans une direction à partir d'une extrémité terminale du bord externe de la seconde partie d'angle 131 vers l'autre seconde partie d'angle 131 ; et une seconde partie droite s'étendant à partir de la première partie droite vers le fond 135 de la partie en creux 134 (réalisant la forme évasée de la partie en creux 134).

Avec une telle configuration, une largeur de la seconde partie latérale 132 est progressivement réduite à proximité de la seconde partie d'angle 131.

Une relation entre une tension limite et les longueurs L1, L2 est brièvement décrite. Dans le cas dans lequel la zone semi-conductrice de surface est formée de manière continue (le cas dans lequel il n'existe pas de zone telle que la première

zone décrite ultérieurement sur laquelle il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface), comme cela est montré à la figure 3, plus la longueur L1 ou L2 est importante, plus une tension limite devient élevée. En outre, lorsque la longueur L1 et la longueur L2 sont égales, une tension limite de la seconde partie latérale devient supérieure à la tension limite de la seconde partie d'angle.

Par conséquent, pour définir une tension limite de la seconde partie latérale inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle de manière à augmenter une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif, il est nécessaire de définir la longueur L2 à une valeur suffisamment faible par comparaison à la longueur L1.

Par exemple, pour décrire ce qui précède en utilisant les graphiques montrés sur la figure 3, en définissant L1 à une longueur au niveau d'une extrémité droite d'un segment d'un graphe "a" et en définissant L2 à une longueur au niveau d'une extrémité gauche d'un segment d'un graphe "b", il est possible d'obtenir un certain degré de marge sur la différence de tension limite. Par exemple, en assimilant une tension limite correspondant à l'extrémité droite du segment du graphe "a" à 1900V et en assimilant une tension limite correspondant à l'extrémité gauche du graphe "b" à 1800V, il est possible d'obtenir une marge de 100V sur la différence de tension limite. Par conséquent, il est prudent de dire que la longueur L2 est définie à une valeur suffisamment faible par comparaison à la longueur L1.

Il est préférable que la plaque de champ 154 soit une zone entourée par la pluralité de parties d'angle de plaque de champ 155 et la pluralité de parties latérales de plaque de champ 156 dans un état dans lequel la partie d'angle de plaque de champ 155 et la partie latérale de plaque de champ 156 sont disposées de manière alternée. Dans le mode de réalisation 1, la plaque de champ 154 comporte quatre parties d'angle de plaque de champ 155 et quatre parties latérales de plaque de champ 156 présentant ainsi une forme approximativement quadrangulaire (sensiblement carrée).

Sur la plaque de champ 154 selon le mode de réalisation 1, en assimilant une longueur à partir du bord externe de l'électrode du côté première zone semi-conductrice 152 jusqu'au bord externe de la plaque de champ 154 comme on le

voit sur une vue en plan de la partie d'angle de plaque de champ 155 à FP1 (le symbole n'est pas montré sur le dessin), et en assimilant une longueur à partir du bord externe de l'électrode du côté première zone semi-conductrice 152 jusqu'au bord externe de la plaque de champ 154 comme on le voit sur une vue en plan de la partie latérale de plaque de champ 156 à FP2 (le symbole n'est pas montré sur le dessin), une relation $FP1=FP2$ est établie.

FP1 et FP2 dans le mode de réalisation 1 peuvent, par exemple être définis à 60 μm .

Dans la présente demande, une "partie latérale de plaque de champ" signifie une partie correspondant à une première partie latérale de la plaque de champ.

Dans la présente demande, une "partie d'angle de plaque de champ" signifie une partie correspondant à une première partie d'angle de la plaque de champ. Il est aussi prudent de dire qu'une "partie d'angle de plaque de champ" est une partie de la plaque de champ sur laquelle une première partie latérale de plaque de champ et l'autre partie latérale de plaque de champ sont reliées l'une à l'autre comme on le voit sur une vue en plan.

Ci-après, des effets avantageux du dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 vont être décrits.

Le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 comporte la zone semi-conductrice de surface 130 sans utiliser d'anneau de protection et, par conséquent, la miniaturisation du dispositif semi-conducteur peut être réalisée par comparaison au dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection.

En outre, selon le dispositif semi-conducteur 100 du mode de réalisation 1, la zone semi-conductrice de surface 130 est formée sur la zone périphérique et, par conséquent, lorsqu'une polarisation inverse est appliquée, une couche d'appauvrissement s'étend à partir de la jonction PN formée entre la zone semi-conductrice de surface 130 et le substrat de base semi-conducteur 110 en premier et, ensuite, la zone semi-conductrice de surface 130 est formée entièrement en une couche d'appauvrissement et, par conséquent, une tension limite du dispositif semi-conducteur 100 peut être augmentée. En outre, au moins l'une de la

condition (1) pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la zone semi-conductrice de surface 130 et de la condition (2) pour laquelle la relation $FP1 > FP2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ est satisfaite (la condition (1) dans le mode de réalisation 1), et
5 une tension limite de la seconde partie latérale 132 est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle 131 et, par conséquent, la tension limite de la seconde partie latérale 132 peut être réduite intentionnellement conduisant ainsi à un claquage par avalanche sur la seconde partie latérale 132 précédant la seconde partie d'angle 131 de la zone semi-conductrice de surface 130 lorsqu'une
10 polarisation inverse est appliquée de telle sorte qu'une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif peut être augmentée par comparaison à des dispositifs semi-conducteurs classiques.

Par conséquent, le dispositif semi-conducteur 100 du mode de réalisation 1 permet de réaliser la miniaturisation du dispositif semi-conducteur par
15 comparaison à un dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection, et permet d'augmenter une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif par comparaison à des dispositifs semi-conducteurs classiques.

Le dispositif semiconducteur 100 selon le mode de réalisation 1 comporte des parties en creux 134 échancrées vers l'intérieur sur les bords externes de la
20 seconde partie latérale 132 comme on le voit sur une vue en plan et, par conséquent, la condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de surface 130 peut être satisfaite sans difficulté.

Selon le dispositif semi-conducteur 100 du mode de réalisation 1, la partie
25 en creux 134 est disposée sur la seconde partie latérale 132 et, par conséquent, la diminution d'une tension limite de la seconde partie d'angle 131 peut être empêchée.

Un mode de réalisation 2 va ensuite être décrit.

Un dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2 présente, à
30 la base, sensiblement la même configuration que le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1. Toutefois, le dispositif semi-conducteur 101 selon

le mode de réalisation 2 diffère du dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 sur un point concernant le fait qu'il existe des premières zones dans lesquelles une zone semi-conductrice de surface n'est pas formée sur le dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2. C'est-à-dire que, sur le dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2, comme cela est montré à la figure 4, il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface 130 au moins sur des premières zones 136 situées à des positions espacées des bords externes des secondes parties latérales 132 comme on le voit sur une vue en plan.

10 Comme cela a été décrit précédemment, dans un cas dans lequel il existe une zone dans laquelle il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface, "une longueur totale de la zone semi-conductrice de surface" ne comprend pas une longueur (largeur) de la zone. Dans le mode de réalisation 2, du fait de l'existence des premières zones 136, dans les secondes parties latérales 132, il existe un emplacement auquel la zone semi-conductrice de surface 130 sur un côté interne et la zone semi-conductrice de surface 130 sur un côté externe sont séparées l'une de l'autre (voir figure 4(c)). Dans ce cas, une longueur L2 devient une somme d'une longueur de la zone semi-conductrice de surface 130 sur le côté interne (voir le symbole L2-1 sur la figure 4(c)) et d'une longueur de la zone semi-conductrice de surface 130 sur le côté externe (voir le symbole L2-2 sur la figure 4(c)).

Dans le mode de réalisation 2, la première zone 136 ne pénètre pas vers un côté de seconde partie d'angle 131 au delà d'une limite entre la seconde partie d'angle 131 et la seconde partie latérale 132.

25 Les premières zones 136 sont disposées à des emplacements auxquels les premières zones 136 se recouvrent avec une plaque de champ 154 comme on le voit sur une vue en plan. Il est aussi prudent de dire que les premières zones 136 existent au-dessous de la plaque de champ 154 (côté seconde électrode 160), ou que les premières zones 136 sont recouvertes par la plaque de champ 154 au moyen d'un film d'isolation 140.

30 Dans le dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2, il n'existe pas de parties correspondant aux parties en creux 134 du mode de

réalisation 1.

Une zone de résistance élevée (voir le mode de réalisation 4 décrit ultérieurement) peut être formée sur les premières zones 136.

5 Une relation entre une tension limite et une largeur de la première zone est brièvement décrite. "Une largeur de la première zone", signifie, en assimilant une direction s'étendant à partir d'une première seconde partie d'angle vers l'autre
seconde partie d'angle entre les secondes parties d'angle disposées de manière
adjacente l'une par rapport à l'autre à une direction x, une longueur s'étendant
10 suivant une perpendiculaire à la direction x comme on le voit sur une vue en plan (une longueur à partir d'un côté de la première zone sur un côté de la première
zone semi-conductrice jusqu'à un côté de la première zone qui est opposé au
précédent côté) (voir le symbole B montré à la figure 9 décrite ultérieurement). La
largeur de la première zone ne comporte pas ce que l'on appelle une partie de
diffusion latérale.

15 En supposant que la première zone s'étend sur une longueur suffisante suivant la direction x, dans un cas dans lequel la largeur de la première zone est relativement étroite, une tension limite de la seconde partie latérale devient faible par comparaison à un cas dans lequel la première zone n'existe pas (voir une zone
indiquée par le symbole "c" sur la figure 5). Toutefois, dans un cas dans lequel la
20 largeur de la première zone est augmentée dans une certaine mesure, il peut exister un cas dans lequel une tension limite de la seconde partie latérale devient élevée par comparaison au cas dans lequel la première zone n'existe pas (voir une
zone indiquée par le symbole "d" sur la figure 5). Au vu de ce qui précède, dans le
mode de réalisation 2, il est nécessaire de définir la largeur de la première zone
25 136 de telle sorte qu'une tension limite de la seconde partie latérale 132 devient inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle 131. C'est-à-dire, qu'il est nécessaire de définir la largeur de la première zone 136 à une valeur appropriée.

30 Une relation entre l'intensité de champ électrique et la première zone va être brièvement décrite.

Lorsqu'un courant d'avalanche circule dans le dispositif semi-conducteur

101, dans un cas dans lequel la première zone n'existe pas, les crêtes d'intensité de champ électrique apparaissent en deux points, à savoir, un point à proximité d'un bord externe de la zone semi-conductrice de surface (voir le symbole p1 sur la figure 6) et un point à proximité d'une partie de bord de la plaque de champ (une partie latérale de la plaque de champ) (voir le symbole p2 sur la figure 6). D'autre part, dans un cas dans lequel la première zone existe, en plus des deux points mentionnés précédemment, des crêtes d'intensité de champ électrique apparaissent aussi à proximité de la première zone (voir le symbole p3 sur la figure 7). Par conséquent, des crêtes d'intensité de champ électrique peuvent être dispersées du fait de l'existence de la première zone. En résultat, une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif semi-conducteur peut être augmentée.

Ci-après, des effets avantageux du dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2 vont être décrits.

De cette manière, le dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2 diffère du dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 sur un point concernant le fait qu'il existe des premières zones dans lesquelles il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface sur le dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2. Toutefois, le dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2 comporte la zone semi-conductrice de surface 130 n'utilisant pas d'anneau de protection, une condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de surface 130 est satisfaite, et une tension limite de la seconde partie latérale 132 est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle 131. Par conséquent, de la même manière que pour le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1, le dispositif semi-conducteur 102 du mode de réalisation 2 permet de réaliser la miniaturisation du dispositif semi-conducteur par comparaison à un dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection, et permet d'augmenter une résistance de claquage de l'ensemble du dispositif par comparaison à des dispositifs semi-conducteurs classiques.

Selon le dispositif semi-conducteur 101 du mode de réalisation 2, des crêtes

d'intensité de champ électrique peuvent être dispersées lorsqu'un courant d'avalanche circule dans le dispositif semi-conducteur 101, et la première zone 136 est formée à l'intérieur de la zone semi-conductrice de surface 130 qui est une position dans laquelle un risque de claquage est minimal et, par conséquent, une
5 résistance au claquage de l'ensemble du dispositif peut être davantage augmentée.

Selon le dispositif semi-conducteur 101 du mode de réalisation 2, la première zone 136 est située à la position dans laquelle la première zone 136 se recouvre avec la plaque de champ 154 comme on le voit sur une vue en plan et, par conséquent, une irrégularité sur une tension limite peut être diminuée de telle
10 sorte qu'il est possible de créer le dispositif semi-conducteur présentant une structure stable d'un point de vue de la tension limite.

Selon le dispositif semi-conducteur 101 du mode de réalisation 2, la première zone 136 ne pénètre pas du côté de la seconde partie d'angle 131 et, par conséquent, il est possible d'empêcher la diminution d'une tension limite de la
15 seconde partie d'angle 131.

Le dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2 présente sensiblement la même configuration que le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 excepté pour le point en ce qu'il existe des premières zones dans lesquelles il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface dans
20 le dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2. Par conséquent, le dispositif semi-conducteur 101 selon le mode de réalisation 2 possède aussi des effets avantageux correspondant à des effets avantageux que possède le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 parmi tous les effets avantageux que possède le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de
25 réalisation 1.

Un mode de réalisation 3 va ensuite être décrit.

Un dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 présente, à la base, sensiblement la même configuration que le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1. Toutefois, le dispositif semi-conducteur 102 selon
30 le mode de réalisation 3 diffère du dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 sur un point concernant le fait qu'il existe des premières zones

dans lesquelles une zone semi-conductrice de surface n'est pas formée sur le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3. C'est-à-dire que, sur le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3, comme cela est montré sur les figures 8 et 9, une zone semi-conductrice de surface 130 n'est pas formée sur les premières zones 136 situées à des positions espacées des bords externes des secondes parties latérales 132 comme on le voit sur une vue en plan.

Par rapport aux parties en creux 134, une partie d'un fond 135 de la partie en creux 134 est formée d'une ligne droite s'étendant suivant une direction x (voir figure 9) qui est une direction à partir d'une seconde partie d'angle 131 vers l'autre seconde partie d'angle 131 entre les secondes parties d'angle 131 disposées de manière adjacente l'une à l'autre.

La forme de la partie en creux 134 est réalisée suivant une forme évasée dans laquelle un côté de la première zone semi-conductrice 120 est creux. Un gradient de la forme évasée est, par exemple, de 45°.

Dans la présente demande, "un gradient de la forme évasée" se rapportant à la partie en creux signifie un angle inférieur parmi les angles formés en faisant qu'une ligne droite perpendiculaire à la direction x et une ligne droite s'étendant suivant une partie évasée de la partie en creux se coupent l'une par rapport à l'autre.

La forme de la première zone 136 est réalisée en une forme de bande s'étendant dans une direction suivant la direction x comme on le voit sur une vue en plan.

Une dimension de la première zone 136 sur le mode de réalisation 3 va être décrite.

On suppose qu'une longueur suivant la direction x à partir d'une partie d'extrémité de la première zone 136 vers une limite entre la seconde partie latérale 132 et la seconde partie d'angle 131 comme on le voit sur une vue en plan est égale à A, et une longueur de la première zone 136 suivant une direction perpendiculaire à la direction x comme on le voit sur une vue en plan (une largeur de la première zone 136) est égale à B (voir figure 9).

Sur un graphe d'une relation entre une tension limite et la largeur de la

première zone (voir figure 5), dans un cas dans lequel B est défini à une valeur relativement faible (la largeur de la première zone 136 est relativement faible) et une tension limite de la seconde partie latérale 132 est faible (voir une zone indiquée par un symbole "c" sur la figure 5), il est suffisant que A présente une
5 valeur appropriée supérieure ou égale à 0 (la valeur qui empêche que la première zone 136 ne pénètre sur un côté de la seconde partie d'angle 131 au-delà d'une limite entre la seconde partie latérale 132 et la seconde partie d'angle 131 et empêche l'extinction de la première zone 136).

Même dans un cas dans lequel B est relativement important (la largeur de la
10 première zone 136 est relativement importante) et une tension limite de la seconde partie latérale 132 est élevée (voir une zone représentée par le symbole "d" sur la figure 5), il est suffisant que A présente une valeur appropriée supérieure ou égale à 0.

B (la largeur de la première zone 136) peut être déterminé sur la base d'une
15 relation entre une dimension et une tension limite du dispositif semi-conducteur. Par exemple, B peut être défini approximativement égal à 15 μm .

De cette manière, le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 diffère du dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 sur un point concernant le fait qu'il existe des premières zones dans
20 lesquelles il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface. Toutefois, le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 comporte la zone semi-conductrice de surface 130 n'utilisant pas d'anneau de protection, une condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de surface 130 est satisfaite, et une tension
25 limite de la seconde partie latérale 132 est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle 131. Par conséquent, de la même manière que pour le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1, le dispositif semi-conducteur 102 du mode de réalisation 3 permet de réaliser la miniaturisation du dispositif semi-conducteur par comparaison à un dispositif semi-conducteur
30 comportant une structure d'anneau de protection, et permet d'augmenter une résistance de claquage de l'ensemble du dispositif par comparaison à des

dispositifs semi-conducteurs classiques.

Selon le dispositif semi-conducteur 102 du mode de réalisation 3, la zone semi-conductrice de surface 130 n'est pas formée sur des premières zones 136 situées à des positions espacées des bords externes des secondes parties latérales 132 comme on le voit sur une vue en plan et, par conséquent, des crêtes d'intensité de champ électrique peuvent être dispersées lorsqu'un courant d'avalanche circule dans le dispositif semi-conducteur 102. En outre, la première zone 136 est formée à l'intérieur de la zone semi-conductrice de surface 130 qui est une position dans laquelle un risque de claquage est minimal. Par conséquent, une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif peut être davantage augmentée.

Selon le dispositif semi-conducteur 102 du mode de réalisation 3, une partie du fond 135 de la partie en creux 134 est formée d'une ligne droite s'étendant suivant une direction x comme on le voit sur une vue en plan, la forme de la partie en creux 134 est réalisée d'une forme évasée dans laquelle le côté de première zone semi-conductrice 120 est étroit comme on le voit sur une vue en plan, et la forme de la première zone 136 est réalisée d'une forme de bande s'étendant dans une direction suivant la direction x comme on le voit sur une vue en plan et, par conséquent, il est possible de permettre l'existence de la partie en creux 134 et de la première zone 136 parallèlement l'une à l'autre et, par conséquent, une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif peut encore être augmentée.

Selon le dispositif semi-conducteur 102 du mode de réalisation 3, la première zone 136 ne pénètre pas sur le côté de seconde partie d'angle 131 et, par conséquent, il est possible d'empêcher une réduction d'une tension limite de la seconde partie d'angle 131.

Le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 présente sensiblement la même configuration que le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1, excepté pour le point en ce qu'il existe des premières zones dans lesquelles il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface dans le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3. Par conséquent, le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 possède aussi des effets avantageux correspondant à des effets avantageux que possède le dispositif

semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 parmi tous les effets avantageux que possède le dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1.

Un mode de réalisation 4 va ensuite être décrit.

5 Un dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4 présente, à la base, sensiblement la même configuration que le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3. Toutefois, le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4 diffère du dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 sur un point concernant le fait que des zones de résistance élevée
10 sont formées sur le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4. C'est-à-dire que, sur le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4, comme cela est montré sur les figures 10(a) et 10(b), une zone de résistance élevée 138 présentant une résistance électrique supérieure à celle d'une zone semi-conductrice de surface 130 est formée au moins au niveau d'une partie d'une
15 première zone 136. La zone de résistance élevée 138 peut réduire une tension limite d'une seconde partie latérale 132 comme cela va être décrit ultérieurement.

Dans le mode de réalisation 4, sur la première zone 136, la zone de résistance élevée 138 est formée sur une zone à l'exception des parties d'extrémité de la première zone 136 sur un côté de seconde partie d'angle 131. Une telle
20 configuration est adoptée afin d'obtenir qu'une tension limite de la seconde partie latérale 132 soit inférieure à une tension limite d'une seconde partie d'angle 131.

Par exemple, la zone de résistance élevée 138 peut être formée en implantant un dopant du type p (par exemple, du bore) à une position correspondant à la première zone 136 et, ensuite, en appliquant un recuit
25 (traitement thermique) sur la partie sur laquelle est implanté le dopant du type p.

Une relation entre une tension limite et une concentration de dopant de surface d'une zone de résistance élevée est brièvement décrite.

Une "concentration de dopant de surface" signifie une concentration de dopant sur une surface de la zone de résistance élevée.

30 En principe, il existe une tendance à diminuer d'une tension limite d'une seconde partie latérale simultanément avec l'augmentation d'une concentration en

dopant de surface de la zone de résistance élevée (voir un graphe indiqué par f sur la figure 11).

Par conséquent, même dans le cas dans lequel une tension limite de la seconde partie latérale est maintenue élevée, par exemple, du fait de l'existence de la première zone sur la seconde partie latérale (voir une zone représentée par le symbole "d" sur la figure 5), en formant la zone de résistance élevée dans laquelle la concentration de dopant de surface est définie à une valeur appropriée, il est possible de définir une tension limite de la seconde partie latérale inférieure à une tension limite de la seconde partie latérale lorsqu'il n'existe pas de première zone sur la seconde partie latérale (voir une zone sur un côté droit d'un point d'intersection sur lequel un graphe indiqué par le symbole "e" et un graphe indiqué par le symbole "f" se coupent l'un l'autre sur la figure 11).

Même dans le cas dans lequel une tension limite de la seconde partie latérale devient faible compte tenu de l'existence de la première zone sur la seconde partie latérale par comparaison à une tension limite de la seconde partie latérale dans laquelle la première zone n'existe pas sur la seconde partie latérale (voir une zone indiquée par le symbole "c" sur la figure 5), une zone de résistance élevée peut être formée de manière à ajuster la tension limite.

D'un point de vue de la quantité totale de dopant, une quantité totale de dopant dans la zone de résistance élevée peut, par exemple, être définie approximativement à 1/10 d'une quantité totale de dopant dans la zone semi-conductrice de surface.

De cette manière, le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4 diffère du dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 sur un point concernant le fait que des zones de résistance élevée sont formées sur le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4. Toutefois, le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4 comporte la zone semi-conductrice de surface 130 sans utiliser d'anneau de protection, une condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de surface 130 est satisfaite, et une tension limite de la seconde partie latérale 132 est inférieure à une tension limite

de la seconde partie d'angle 131. Par conséquent, de la même manière que pour le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3, le dispositif semi-conducteur 103 du mode de réalisation 4 permet de réaliser la miniaturisation du dispositif semi-conducteur par comparaison à un dispositif semi-conducteur
5 comportant une structure d'anneau de protection, et permet d'augmenter une résistance de claquage de l'ensemble du dispositif par comparaison à des dispositifs semi-conducteurs classiques.

En outre, sur le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4, la zone de résistance élevée 138 est formée au moins au niveau d'une partie de
10 la première zone 136. Par conséquent, en ajustant la position de la zone de résistance élevée 138 ou une quantité totale de dopant et une concentration de dopant de surface, il est possible de rendre la distribution de tension limite de la seconde partie latérale 132 uniforme suivant une direction (direction x) à partir d'une première seconde partie d'angle 131 vers l'autre seconde partie d'angle 131
15 entre la seconde partie latérale 132 et la seconde partie d'angle 131 disposée de manière adjacente à la seconde partie latérale 132.

Le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4 présente sensiblement la même configuration que le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 excepté sur le point concernant le fait que la zone de
20 résistance élevée est formée sur le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4. Par conséquent, le dispositif semi-conducteur 103 selon le mode de réalisation 4 possède aussi des effets avantageux correspondant à des effets avantageux que possède le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 parmi tous les effets avantageux que possède le dispositif semi-
25 conducteur 102 selon le mode de réalisation 3.

Le mode de réalisation 5 va maintenant être décrit.

Un dispositif semi-conducteur 104 selon le mode de réalisation 5 est ce que l'on appelle une puce semi-conductrice.

Comme cela est montré à la figure 12, le dispositif semi-conducteur 104
30 comporte : un substrat de base semi-conducteur 110 d'un premier type de conductivité (du type n dans le mode de réalisation 5) ; une première zone semi-

conductrice 120 d'un second type de conductivité (du type p dans le mode de réalisation 5) formée sur une surface d'une première surface principale du substrat de base semi-conducteur 110, la première zone semi-conductrice 120 comportant une pluralité de premières parties d'angle 121 et une pluralité de premières parties latérales 122 ; une zone semi-conductrice de surface 130 d'un second type de conductivité formée sur la surface de la première surface principale de manière à contenir une zone se recouvrant avec la première zone semi-conductrice 120 comme on le voit sur une vue en plan, la zone semi-conductrice de surface 130 comportant une pluralité de secondes parties latérales 132 et une pluralité de secondes parties d'angle 131 formées de manière à entourer la première zone semi-conductrice 120 comme on le voit sur une vue en plan, et la zone semi-conductrice de surface 130 présentant une concentration en dopant inférieure à celle de la première zone semi-conductrice 120 ; un film d'isolation 140 formé sur la surface de la première surface principale à l'intérieur d'une plage à partir d'une zone dans laquelle la première zone semi-conductrice 120 est formée jusqu'à une zone à l'extérieur de la zone semi-conductrice de surface 130 comme on le voit sur une vue en plan ; une électrode du côté première zone semi-conductrice 152 formée dans une zone se recouvrant avec la première zone semi-conductrice 120 comme on le voit sur une vue en plan ; et une plaque de champ 154 formée sur une zone se recouvrant avec la zone semi-conductrice de surface 130 comme on le voit sur une vue en plan au moyen du film d'isolation 140, la plaque de champ 154 comportant une pluralité de parties d'angle de plaque de champ 155 et une pluralité de parties latérales de plaque de champ 156. L'électrode du côté première zone semi-conductrice 152 et la plaque de champ 154 sont formées de manière continue l'une par rapport à l'autre formant ainsi une première électrode 150.

Le dispositif semi-conducteur 104 comporte aussi, en plus des éléments constituants mentionnés ci-dessus, une seconde électrode 160, une électrode d'arrêt de canal 170, une couche d'isolation protectrice 180 et un élément d'arrêt de canal 190.

Parmi les éléments constituants du dispositif semi-conducteur 104 selon le mode de réalisation 5, seuls les éléments constituants qui diffèrent des éléments

constituants du dispositif semi-conducteur 100 selon le mode de réalisation 1 vont être décrits et la description d'autres éléments constituants sera omise.

Dans ce mode de réalisation, on assimile une longueur à partir d'un bord externe de l'électrode du côté première zone semi-conductrice 152 jusqu'à un bord externe de la plaque de champ 154 sur une vue en plan de la partie d'angle de plaque de champ 155 à FP1, et une longueur à partir d'un bord externe de l'électrode du côté première zone semi-conductrice 152 jusqu'à un bord externe de la plaque de champ 154 sur une vue en plan de la partie latérale de plaque de champ 156 à FP2.

Dans ce cas, une condition pour laquelle la relation $FP1 > FP2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ 154 est satisfaite (voir les figures 12(b), 12(c)). Une tension limite de la seconde partie latérale 132 est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle 131.

Dans la présente demande, pour satisfaire la condition "une relation $FP1 > FP2$ est satisfaite au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ", il est suffisant que $FP2$ qui est inférieur à $FP1$ prenne une valeur la plus grande existant au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ, et il est inutile que la relation de $FP1 > FP2$ soit satisfaite sur la totalité des zones de la partie d'angle de plaque de champ et la partie latérale de plaque de champ.

Une partie en creux correspondant à la partie en creux 134 sur la zone semi-conductrice de surface 130 dans le mode de réalisation 1 n'existe pas dans le mode de réalisation 5. D'autre part, le dispositif semi-conducteur 100 comporte une partie en creux 158 échançrée vers l'intérieur comme on le voit sur une vue en plan sur un bord externe de la partie latérale de plaque de champ 156.

Une relation entre une tension limite et la longueur $FP1$ ou la longueur $FP2$ est brièvement décrite. Comme cela est montré à la figure 13, il existe une tendance dans laquelle plus la longueur $FP1$ et la longueur $FP2$ sont grandes, plus la tension limite devient élevée au niveau d'une partie correspondant à une telle longueur, et la tension limite ne change pas lorsqu'une telle longueur excède une certaine longueur. En outre, lorsque la longueur $FP1$ et la longueur $FP2$ sont égales, une tension limite de la seconde partie latérale devient supérieure à la

tension limite de la seconde partie d'angle.

Par conséquent, pour définir une tension limite de la seconde partie latérale à une valeur inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle de manière à augmenter une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif, il est
5 nécessaire de définir la longueur FP2 à une valeur suffisamment faible par comparaison à la longueur FP1.

Par exemple, afin de décrire ce qui précède en se référant aux graphes montrés sur la figure 13, dans un cas dans lequel la longueur FP2 est définie pour une tension nominale avec une marge, et la longueur FP1 est définie de telle sorte
10 qu'une tension limite de la seconde partie d'angle 131 devienne supérieure à une tension limite de la seconde partie latérale 132 avec une marge (par exemple, en supposant qu'une tension limite correspondant à une position proche d'une extrémité gauche d'un segment du graphe h est égale à 1850V et qu'une tension
15 limite correspondant à une extrémité droite d'un segment du graphe g est égale à 1920V, la marge devient égale à 70V), il est prudent de dire que la longueur FP1 est suffisamment longue par comparaison à la longueur de FP2, c'est-à-dire, que la longueur FP2 est définie à une valeur suffisamment faible par comparaison à la longueur FP1.

Ci-après, des effets avantageux du dispositif semi-conducteur 104 selon le
20 mode de réalisation 5 vont être décrits.

Le dispositif semi-conducteur 104 selon le mode de réalisation 5 comporte la zone semi-conductrice de surface 130 sans utiliser d'anneau de protection et, par conséquent, la miniaturisation du dispositif semi-conducteur peut être réalisée
25 par comparaison au dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection.

De plus, selon le dispositif semi-conducteur 104 du mode de réalisation 5, la zone semi-conductrice de surface 130 est formée sur la zone périphérique et, par conséquent, lorsqu'une polarisation inverse est appliquée, une couche d'appauvrissement s'étend à partir de la jonction PN formée entre la zone semi-
30 conductrice de surface 130 et le substrat de base semi-conducteur 110 dans un premier temps et, ensuite, la zone semi-conductrice de surface 130 est formée

entièrement en une couche d'appauvrissement et, par conséquent, une tension limite du dispositif semi-conducteur 104 peut être augmentée. En outre, au moins l'une de la condition (1) pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la zone semi-conductrice de surface 130 et de la condition

5 (2) pour laquelle la relation $FP1 > FP2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ 154 est satisfaite (la condition (2) dans le mode de réalisation 5), et une tension limite de la seconde partie latérale 132 est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle 131 et, par conséquent, la tension limite de la seconde partie latérale 132 peut être réduite intentionnellement

10 conduisant ainsi à un claquage par avalanche sur la seconde partie latérale 132 précédant la seconde partie d'angle 131 de la zone semi-conductrice de surface 130 lorsqu'une polarisation inverse est appliquée de telle sorte qu'une résistance au claquage de l'ensemble du dispositif peut être augmentée par comparaison à des dispositifs semi-conducteurs classiques.

15 Par conséquent, le dispositif semi-conducteur 104 du mode de réalisation 5 devient un dispositif semi-conducteur qui permet de réaliser la miniaturisation du dispositif semi-conducteur par comparaison à un dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection, et permet d'augmenter une résistance au claquage par comparaison à celle de dispositifs semi-conducteurs

20 classiques.

Un mode de réalisation 6 va maintenant être décrit.

Un dispositif semi-conducteur 105 selon le mode de réalisation 6 présente, à la base, sensiblement la même configuration que le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3. Toutefois, le dispositif semi-conducteur 105 selon

25 le mode de réalisation 6 diffère du dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 sur un point concernant le fait qu'il existe des secondes zones dans lesquelles une zone semi-conductrice de surface n'est pas formée. C'est-à-dire que, sur le dispositif semi-conducteur 105 selon le mode de réalisation 6, comme cela est montré à la figure 14(a), la zone semi-conductrice de surface 130 n'est pas

30 formée sur les secondes zones 137 situées à des positions espacées des bords externes des secondes parties d'angle 131 comme on le voit sur une vue en plan.

Des parties périphériques de la seconde zone 137 sont mises en contact avec les secondes parties latérales 132.

Dans le mode de réalisation 6, une longueur L1 devient égale à une somme d'une longueur de la zone semi-conductrice de surface 130 sur le côté interne (voir le symbole L1-1 sur la figure 14(b)) et d'une longueur de la zone semi-conductrice de surface 130 sur le côté externe (voir le symbole L1-2 sur la figure 14(c)).

Dans le mode de réalisation 6, la première zone 136 et la seconde zone 137 sont formées de manière continue l'une par rapport à l'autre (une partie d'extrémité de la première zone 136 et une partie d'extrémité de la seconde zone 137 sont mises en contact l'une avec l'autre).

Une largeur de la première zone 136 et une largeur de la seconde zone 137 peuvent être définies l'une égale à l'autre ou peuvent être définies l'une différente de l'autre.

Dans la présente demande, "une largeur de la seconde zone" signifie une longueur à partir d'un côté de la seconde zone sur un côté de première zone semi-conductrice jusqu'à un côté de la seconde zone sur un côté opposé au premier côté.

Une zone de résistance élevée (voir le mode de réalisation 4) peut être formée sur la première zone 136.

Une relation entre une tension limite et une largeur de la première zone ou de la seconde zone est brièvement décrite. Comme cela est montré à la figure 15, lorsque la seconde zone est disposée sur la seconde partie d'angle, il existe une tendance suivant laquelle plus la largeur de la seconde zone est importante, plus la tension limite de la seconde partie d'angle devient faible. Toutefois, même lorsque la seconde zone existe sur la seconde partie d'angle, en fonction de la largeur de la seconde zone, il peut exister un cas dans lequel une tension limite de la seconde partie d'angle peut être définie à une valeur supérieure à une tension limite de la seconde partie latérale. Par exemple, lorsque la largeur de la première zone et la largeur de la seconde zone sont égales l'une à l'autre, pourvu que la largeur soit une longueur correspondant à une zone sur un côté gauche d'une ligne discontinue montrée sur la figure 15, une tension limite de la seconde partie d'angle peut être

définie à une valeur supérieure à une tension limite de la seconde partie latérale.

Par conséquent, lorsque la seconde zone existe, il est nécessaire de régler la largeur de la première zone et la largeur de la seconde zone de telle manière qu'une tension limite de la seconde partie d'angle ne devienne pas inférieure à une tension limite de la seconde partie latérale (une tension limite de la seconde partie latérale devenant inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle).

De cette manière, le dispositif semi-conducteur 105 selon le mode de réalisation 6 diffère du dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 sur un point concernant le fait qu'il existe des secondes zones dans lesquelles il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface. Toutefois, le dispositif semi-conducteur 105 selon le mode de réalisation 6 comporte la zone semi-conductrice de surface 130 sans utiliser d'anneau de protection, une condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la zone semi-conductrice de surface 130 est satisfaite, et une tension limite de la seconde partie latérale 132 est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle 131. Par conséquent, de la même manière que pour le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3, le dispositif semi-conducteur 105 du mode de réalisation 6 devient un dispositif semi-conducteur qui permet de réaliser la miniaturisation du dispositif semi-conducteur par comparaison à un dispositif semi-conducteur comportant une structure d'anneau de protection, et permet d'augmenter une résistance au claquage par comparaison à celle de dispositifs semi-conducteurs classiques.

Sur le dispositif semi-conducteur 105 selon le mode de réalisation 6, la zone semi-conductrice de surface 130 n'est pas formée sur les secondes zones 137 situées à des positions espacées des bords externes des secondes parties d'angle 131 comme on le voit sur une vue en plan. Par conséquent, non seulement une tension limite de la seconde partie latérale 132 mais aussi une tension limite de la seconde partie d'angle 131 peut être ajustée.

En outre, sur le dispositif semi-conducteur 105 selon le mode de réalisation 6, la première zone 136 et la seconde zone 137 sont formées de manière continue et, par conséquent, il est possible d'augmenter une tension limite de l'ensemble du

dispositif semi-conducteur en divisant la zone semi-conductrice de surface 130 en une section à l'intérieur des premières zones 136 et des secondes zones 137 et une section à l'extérieur des premières zones 136 et des secondes zones 137.

Le dispositif semi-conducteur 105 selon le mode de réalisation 6 présente
5 sensiblement la même configuration que le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 excepté pour le point en ce qu'il existe des secondes zones dans lesquelles il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface. Par conséquent, le dispositif semi-conducteur 105 selon le mode de réalisation 6 possède aussi des effets avantageux correspondant à des effets avantageux que
10 possède le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3 parmi tous les effets avantageux que possède le dispositif semi-conducteur 102 selon le mode de réalisation 3.

Bien que la présente invention ait été décrite sur la base des modes de réalisation respectifs mentionnés précédemment, la présente invention n'est pas
15 limitée aux modes de réalisation respectifs mentionnés précédemment. La présente invention peut être mise en œuvre suivant différents modes sans s'écarter de l'esprit de la présente invention et, par exemple, les variantes suivantes peuvent aussi être envisagées.

(1) Les nombres, matériaux, formes, positions, tailles, angles et analogues
20 des éléments constituants décrits dans les modes de réalisation respectifs mentionnés précédemment sont fournis uniquement pour des besoins d'exemple et peuvent être modifiés dans la limite dans laquelle des effets avantageux de la présente invention ne sont pas altérés.

(2) Dans les modes de réalisation respectifs mentionnés précédemment, la
25 seconde partie d'angle 131 présente une forme plane chanfreinée sur une surface ronde comme on le voit sur une vue en plan. Toutefois, la présente invention n'est pas limitée à une telle configuration. Par exemple, comme dans le cas d'un dispositif semi-conducteur 106 selon la variante 1 (voir les figures 16(a) à 16(c)) et un dispositif semi-conducteur 107 selon la variante 2 (voir les figures 17 (a) à
30 17(c)), la seconde partie d'angle peut présenter une forme plane chanfreinée sur une surface inclinée comme on le voit sur une vue en plan (une forme obtenue en

reliant un bord externe d'une première seconde partie latérale et un bord externe de l'autre seconde partie latérale par une ligne droite).

(3) En outre, dans le cas dans lequel la seconde partie d'angle présente une forme plane chanfreinée sur une forme inclinée comme on le voit sur une vue en plan, comme dans le cas d'un dispositif semi-conducteur 106a selon la variante 3 (voir les figures 18(a) à 18(c)) et un dispositif semi-conducteur 107a selon la variante 4 (voir les figures 19(a) à 19(c)), une zone périphérique peut être réduite par comparaison au cas dans lequel la seconde partie d'angle présente une forme plane chanfreinée sur une surface ronde comme on le voit sur une vue en plan. Dans ce cas, une miniaturisation supplémentaire de taille de l'ensemble du dispositif semi-conducteur (taille de puce) peut être réalisée.

(4) Dans les modes de réalisation respectifs 1, 3, 4, et 6 mentionnés précédemment, un bord externe de la seconde partie latérale 132 à proximité de la seconde partie d'angle 131 est formé de : la première partie droite s'étendant dans la direction à partir de l'extrémité terminale du bord externe de la seconde partie d'angle 131 vers l'autre seconde partie d'angle 131 ; et la seconde partie droite s'étendant à partir de la première partie droite vers le fond 135 de la partie en creux 134. Toutefois, la présente invention n'est pas limitée à une telle configuration. Par exemple, comme dans le cas d'un dispositif semi-conducteur 108 selon la variante 5 (voir figure 20), un bord externe d'une seconde partie latérale à proximité d'une seconde partie d'angle peut être réalisé en une forme d'arc formé de manière continue avec une forme d'arc d'un bord externe de la seconde partie d'angle. Avec une telle configuration, il est possible d'assurer une tension limite de la seconde partie d'angle d'une manière stable. La particularité technique en ce que "un bord externe d'une seconde partie latérale à proximité d'une seconde partie d'angle peut être réalisé en une forme d'arc formé de manière continue avec une forme d'arc d'un bord externe de la seconde partie d'angle" est aussi applicable aux dispositifs semi-conducteurs décrits dans les modes de réalisation 3, 4, et 6 mentionnés précédemment.

(5) Dans les modes de réalisation 2 à 4, 6 mentionnés précédemment et les variantes 2, 4, mentionnées précédemment, la position de la première zone 136 est

représentée à titre d'exemple. La première zone peut être située à l'intérieur des positions données à titre d'exemple dans les modes de réalisation 2 à 4, 6 et les variantes 2, 4 comme dans le cas d'un dispositif semi-conducteur 102a selon la variante 6 (voir figure 21). En variante, la position de la première zone peut être
5 située à l'extérieur des positions données à titre d'exemple dans les modes de réalisation 2 à 4, 6 et les variantes 2, 4 comme dans le cas d'un dispositif semi-conducteur 102b selon la variante 7 (voir figure 22) et un dispositif semi-conducteur 102c selon la variante 8 (voir figure 23). La configuration mentionnée précédemment peut aussi être adoptée par la seconde zone 137 décrite dans le
10 mode de réalisation 6 mentionné précédemment de la même manière que la première zone 136.

(6) Dans les modes de réalisation respectifs mentionnés précédemment, la zone semi-conductrice de surface 130 est aussi formée au-dessous de la première zone semi-conductrice 120 (côté seconde électrode 160). Toutefois, la présente
15 invention n'est pas limitée à une telle configuration. Une zone sur laquelle il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface peut exister au-dessous d'une première zone semi-conductrice comme dans le cas d'un dispositif semi-conducteur 102d selon la variante 9 (voir figure 24).

(7) Dans le mode de réalisation 3 mentionné précédemment, la forme de la
20 partie en creux 134 est réalisée en une forme évasée dans laquelle le côté de la première zone semi-conductrice 120 est étroit comme on le voit suivant une vue en plan et un gradient de la forme inclinée est égal à 45° . Toutefois, la présente invention n'est pas limitée à une telle configuration. Le gradient de la forme inclinée peut ne pas être égal à 45° .

(8) Pourvu qu'une tension limite de la seconde partie latérale soit inférieure
25 à une tension limite de la seconde partie d'angle, même dans le cas dans lequel la condition pour laquelle la relation $FP1 > FP2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ est satisfaite, une zone telle que la seconde zone décrite dans le mode de réalisation 6 mentionné précédemment peut aussi exister.

(9) Même dans le cas dans lequel la condition pour laquelle la relation $FP1 > FP2$
30 est établie au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ 154 est

satisfaite comme dans le cas du dispositif semi-conducteur 104 selon le mode de réalisation 5 mentionné précédemment, comme dans le cas d'un dispositif semi-conducteur 104a selon la variante 10 (voir figure 25) et un dispositif semi-conducteur 104b selon la variante 11 (voir figure 26), une première zone (voir le symbole 136 sur la figure 25 et la figure 26) peut exister et, en outre, une zone de résistance élevée (voir le symbole 138 sur la figure 26) peut être formée. En outre, le dispositif semi-conducteur mentionné précédemment peut aussi comporter une partie en creux échanquée vers l'intérieur comme on le voit sur une vue en plan au niveau d'un bord externe de la seconde partie latérale.

10 (10) Dans les modes de réalisation respectifs mentionnés précédemment, un type n est défini en tant que premier type de conductivité et un type p est défini en tant que second type de conductivité. Toutefois, la présente invention n'est pas limitée à une telle configuration. Un type p peut être défini comme le premier type de conductivité et un type n peut être défini comme le second type de
15 conductivité.

Références numériques

100, 101, 102, 102a, 102b, 102c, 102d, 103, 104, 104a, 104b, 105, 106,
20 106a, 107, 107a, 108 : dispositif semi-conducteur
110 : substrat de base semi-conducteur
112 : zone semi-conductrice du type n+
114 : zone semi-conductrice du type n
120 : première zone semi-conductrice
25 121 : première partie d'angle
122 : première partie latérale
130 : zone semi-conductrice de surface
131 : seconde partie d'angle
132 : seconde partie latérale
30 134 : partie en creux (de la seconde partie latérale)
135 : fond de la partie en creux

- 136 : première zone
- 137 : seconde zone
- 138 : zone de résistance élevée
- 140 : film d'isolation
- 5 150 : première électrode
- 152 : électrode du côté première zone semi-conductrice
- 154 : plaque de champ
- 155 : partie d'angle de plaque de champ
- 156 : partie latérale de plaque de champ
- 10 158 : partie en creux (de la partie latérale de plaque de champ)
- 160 : seconde électrode
- 170 : électrode d'arrêt de canal
- 180 : couche d'isolation protectrice
- 190 : arrêt de canal
- 15 x : direction x

REVENDICATIONS

1. Dispositif semi-conducteur comprenant :
 - 5 un substrat de base semi-conducteur d'un premier type de conductivité ;
une première zone semi-conductrice d'un second type de conductivité formée sur une surface d'une première surface principale du substrat de base semi-conducteur, la première zone semi-conductrice comportant une pluralité de premières parties d'angle et une pluralité de premières parties latérales ;
 - 10 une zone semi-conductrice de surface d'un second type de conductivité formée sur la surface de la première surface principale afin de contenir une zone dans laquelle la zone semi-conductrice de surface se recouvre avec la première zone semi-conductrice comme on le voit sur une vue en plan, la zone semi-conductrice de surface comportant une pluralité de secondes parties d'angle et une
 - 15 pluralité de secondes parties latérales formées de manière à entourer la première zone semi-conductrice comme on le voit sur une vue en plan, et la zone semi-conductrice de surface présentant une concentration en dopant inférieure à la concentration en dopant de la première zone semi-conductrice ;
un film d'isolation formé sur la surface de la première surface principale sur
 - 20 une plage à partir d'une zone dans laquelle la première zone semi-conductrice est formée jusqu'à une zone à l'extérieur de la zone semi-conductrice de surface comme on le voit sur une vue en plan ;
une électrode du côté première zone semi-conductrice formée dans une zone se recouvrant avec la première zone semi-conductrice comme on le voit sur une
 - 25 vue en plan ; et
une plaque de champ formée dans une zone se recouvrant avec la zone semi-conductrice de surface comme on le voit sur une vue en plan au moyen du film d'isolation, la plaque de champ comportant une pluralité de parties d'angle de plaque de champ et une pluralité de parties latérales de plaque de champ,
 - 30 en assimilant une longueur totale de la zone semi-conductrice de surface à partir d'un bord externe de la première zone semi-conductrice jusqu'à un bord

externe de la zone semi-conductrice de surface comme on le voit sur une vue en plan de la seconde partie d'angle à L1, et en assimilant une longueur totale de la zone semi-conductrice de surface à partir du bord externe de la première zone semi-conductrice jusqu'au bord externe de la zone semi-conductrice de surface
5 comme on le voit sur une vue en plan de la seconde partie latérale à L2, et

en assimilant une longueur à partir du bord externe de l'électrode du côté première zone semi-conductrice jusqu'au bord externe de la plaque de champ comme on le voit sur une vue en plan de la partie d'angle de plaque de champ à FP1, et en assimilant une longueur à partir du bord externe de l'électrode du côté
10 première zone semi-conductrice jusqu'au bord externe de la plaque de champ comme on le voit sur une vue en plan de la partie latérale de plaque de champ à FP2,

au moins l'une d'une condition (1) pour laquelle une relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la zone semi-conductrice de surface et
15 d'une condition (2) pour laquelle une relation $FP1 > FP2$ est établie au moins au niveau d'une partie de la plaque de champ est satisfaite, et une tension limite de la seconde partie latérale est inférieure à une tension limite de la seconde partie d'angle.

2. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 1, dans lequel la
20 condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de surface est satisfaite, et

une partie en creux échancrée vers l'intérieur comme on le voit sur une vue en plan est formée sur le bord externe de la seconde partie latérale.

3. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 2, dans lequel il
25 n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface au moins sur une première zone située à une position distante par rapport à un bord externe de la seconde partie latérale comme on le voit sur une vue en plan.

4. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 3, dans lequel la
30 partie en creux est formée de telle sorte qu'une partie d'un fond de la partie en creux forme une ligne droite s'étendant dans une direction x qui est une direction orientée à partir d'une première dite seconde partie d'angle vers l'autre dite

seconde partie d'angle entre les secondes parties d'angle disposées de manière adjacente l'une par rapport à l'autre, comme on le voit sur une vue en plan,

une forme de la partie en creux est une forme évasée dans laquelle le côté de première zone semi-conductrice est étroit comme on le voit sur une vue en plan, et

5 une forme de la première zone est une forme de bande s'étendant dans une direction suivant la direction x comme on le voit sur une vue en plan.

5. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 1, dans lequel la condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de surface est satisfaite, et

10 il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface au moins sur une première zone située à une position distante par rapport à un bord externe de la seconde partie latérale comme on le voit sur une vue en plan.

6. Dispositif semi-conducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel une zone de résistance élevée présentant une résistance électrique supérieure à celle de la zone semi-conductrice de surface est formée au moins au niveau d'une partie de la première zone.

7. Dispositif semi-conducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, dans lequel la première zone est disposée à une position dans laquelle la première zone se recouvre avec la plaque de champ comme on le voit sur une vue en plan.

8. Dispositif semi-conducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, dans lequel il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface sur une seconde zone située à une position distante par rapport au bord externe de la seconde partie d'angle comme on le voit sur une vue en plan.

25 9. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 8, dans lequel la première zone et la seconde zone sont formées de manière continue l'une par rapport à l'autre.

10. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 1, dans lequel la condition pour laquelle la relation $FP1 > FP2$ est établie au moins au niveau de la partie de la plaque de champ est satisfaite.

11. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 10, dans lequel

la condition pour laquelle la relation $L1 > L2$ est établie au moins au niveau de la partie de la zone semi-conductrice de surface est satisfaite, et

il n'est pas formé de zone semi-conductrice de surface au moins sur une première zone située à une position distante par rapport à un bord externe de la
5 seconde partie latérale comme on le voit sur une vue en plan.

12. Dispositif semi-conducteur selon la revendication 11, dans lequel une zone de résistance élevée présentant une résistance électrique supérieure à celle de la zone semi-conductrice de surface est formée au moins au niveau d'une partie de la première zone.

【FIG.1】

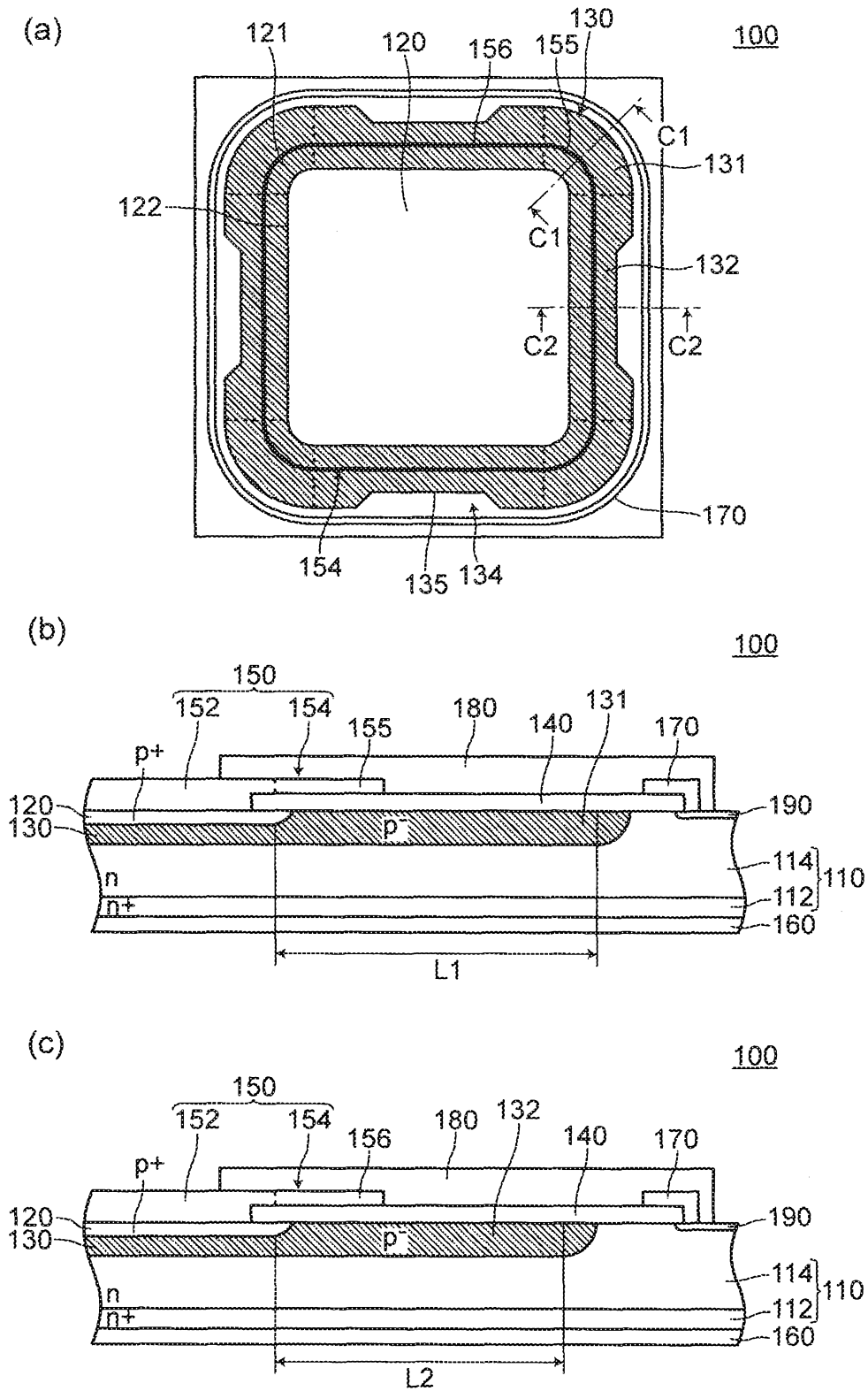


FIGURE 2

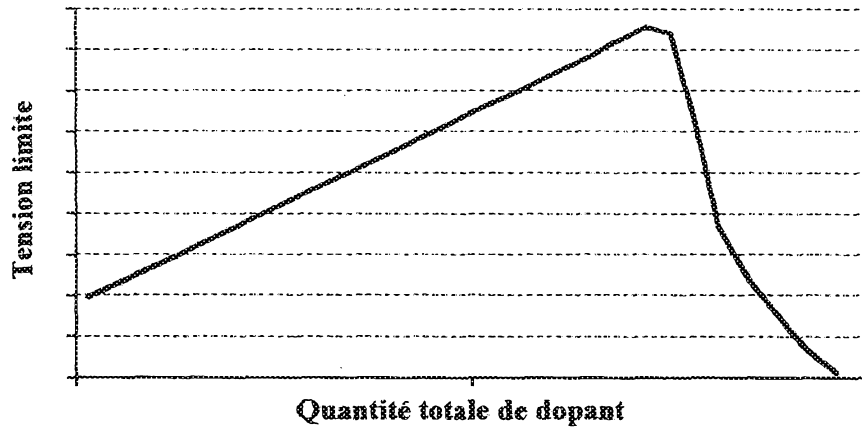
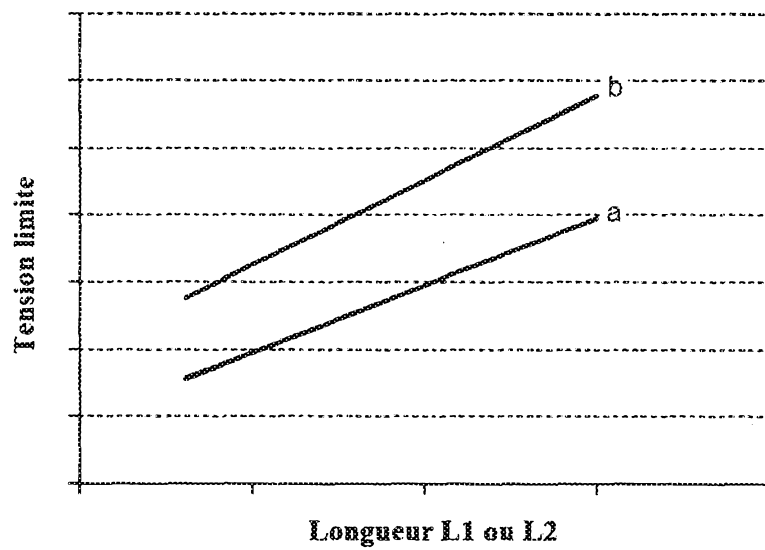


FIGURE 3



[FIG.4]

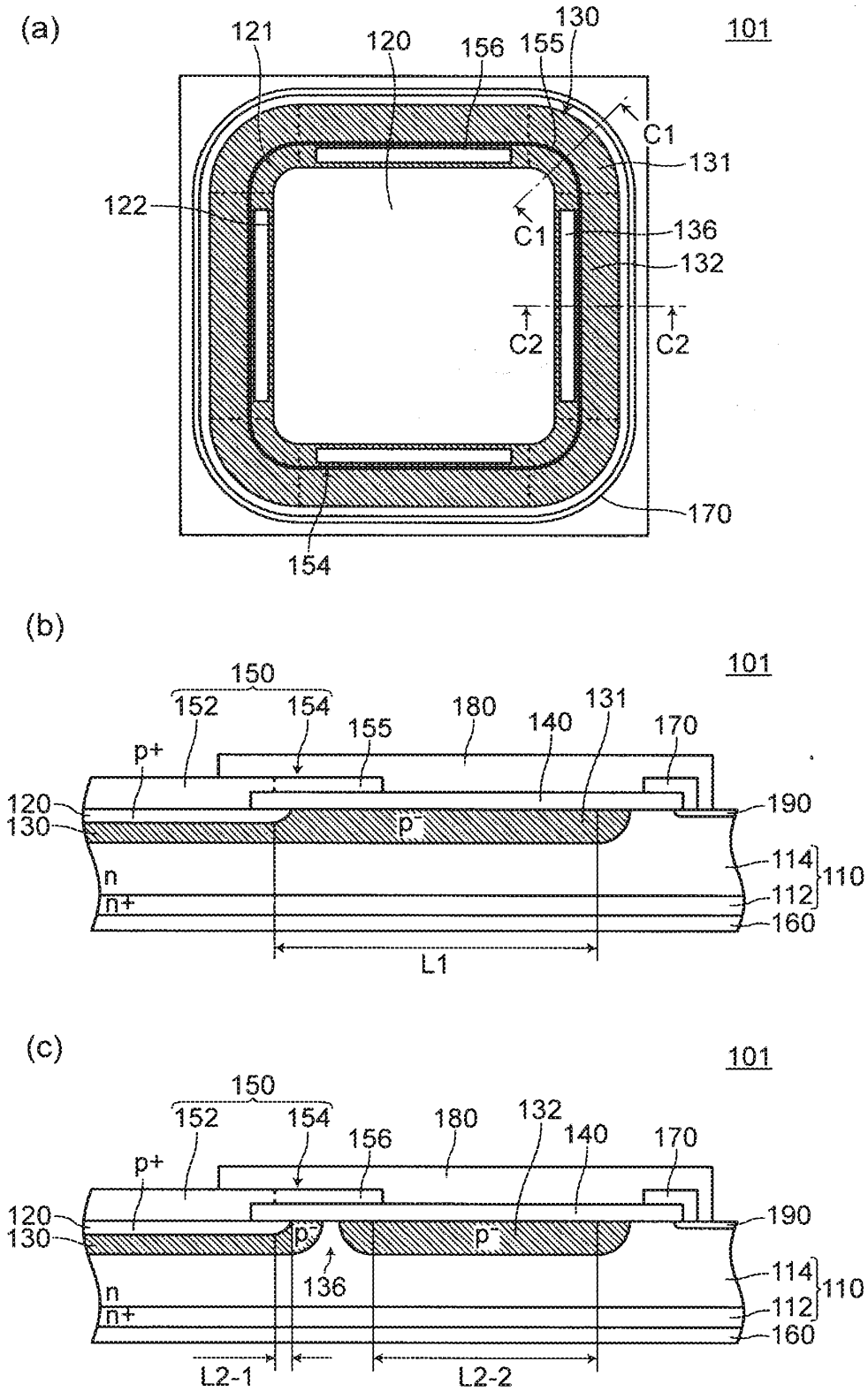


FIGURE 5

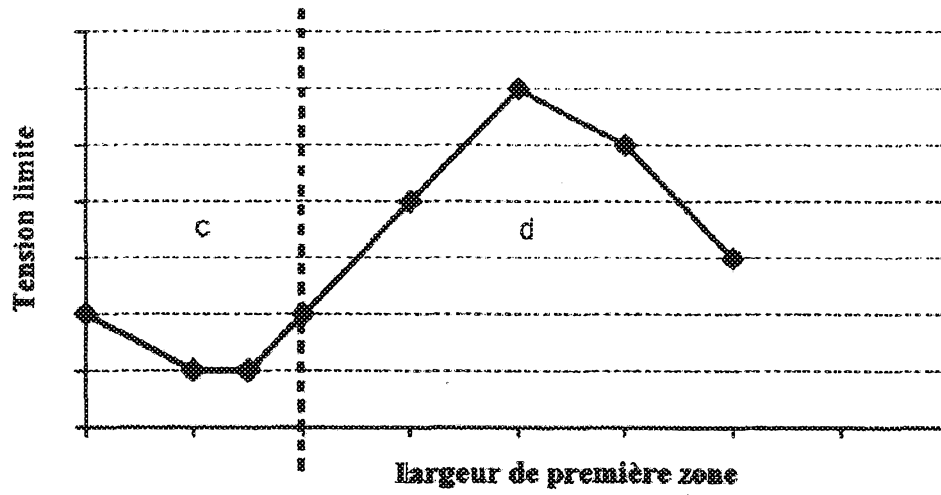


FIGURE 6

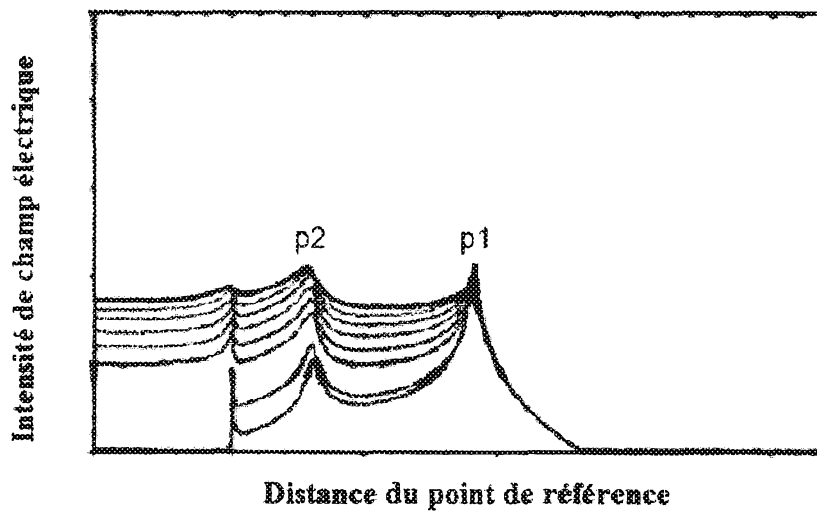
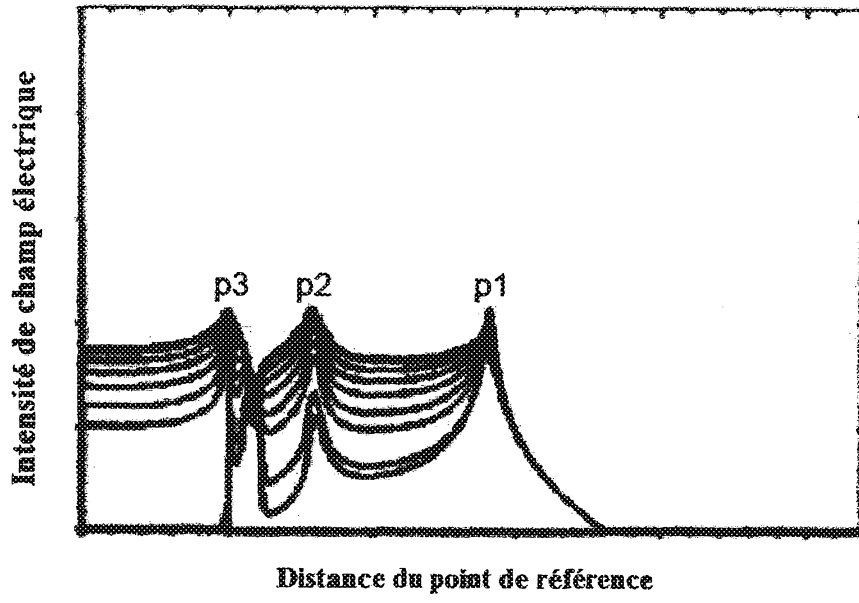
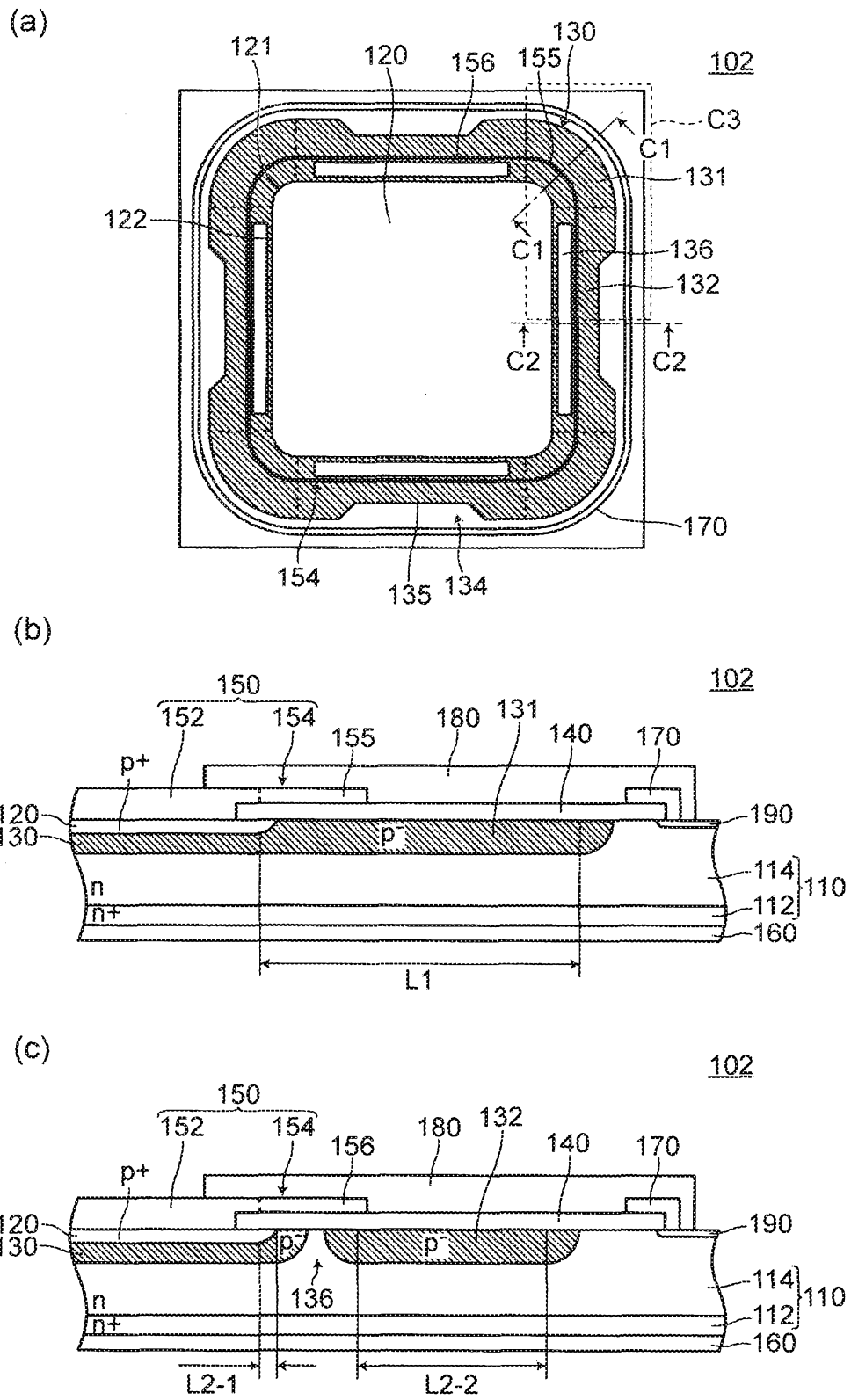


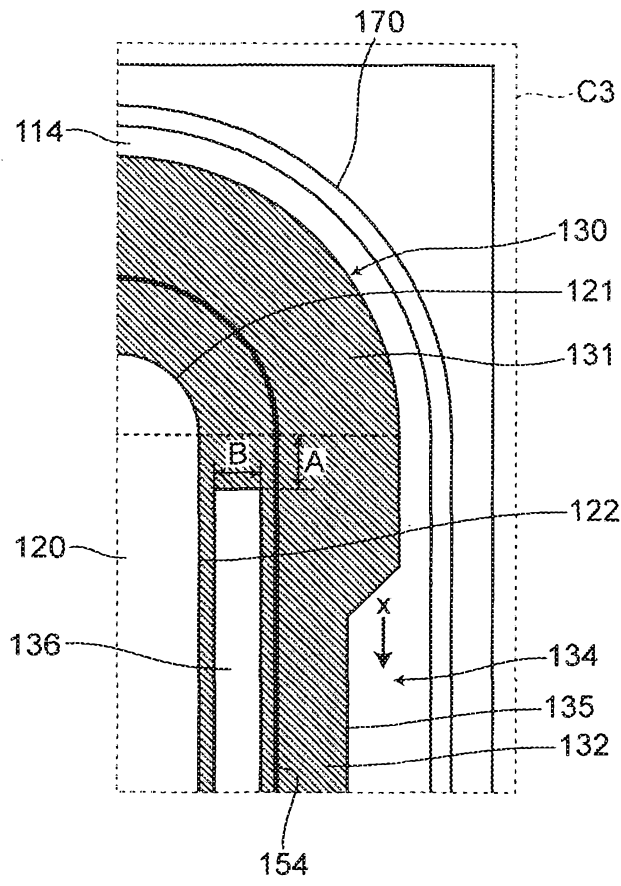
FIGURE 7



【FIG.8】



【FIG.9】



【FIG.10】

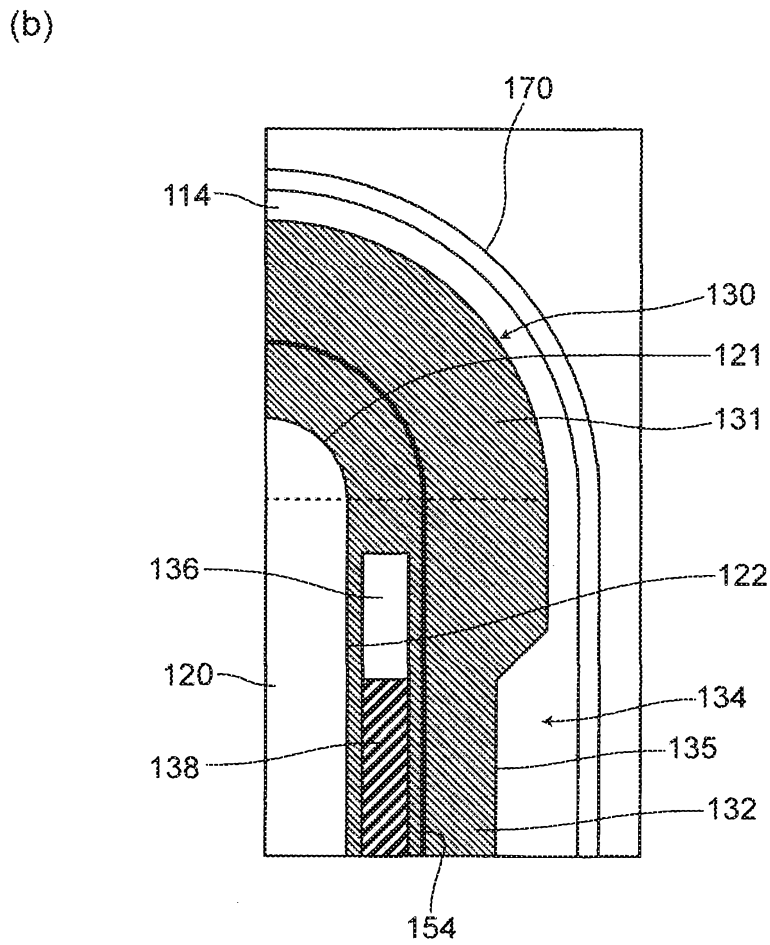
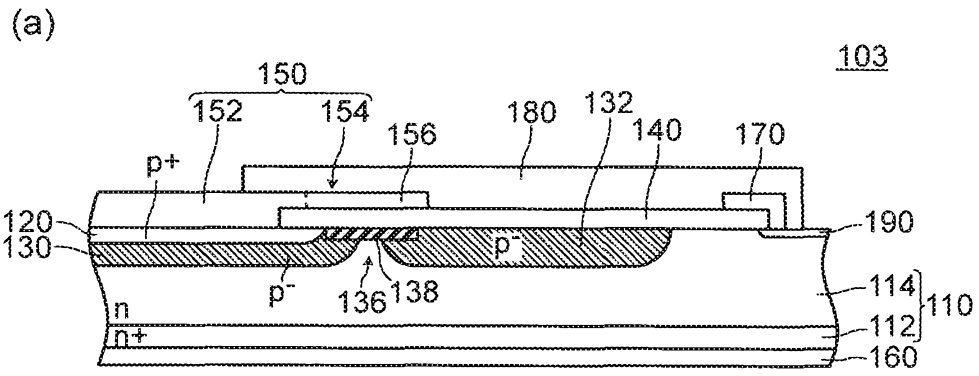
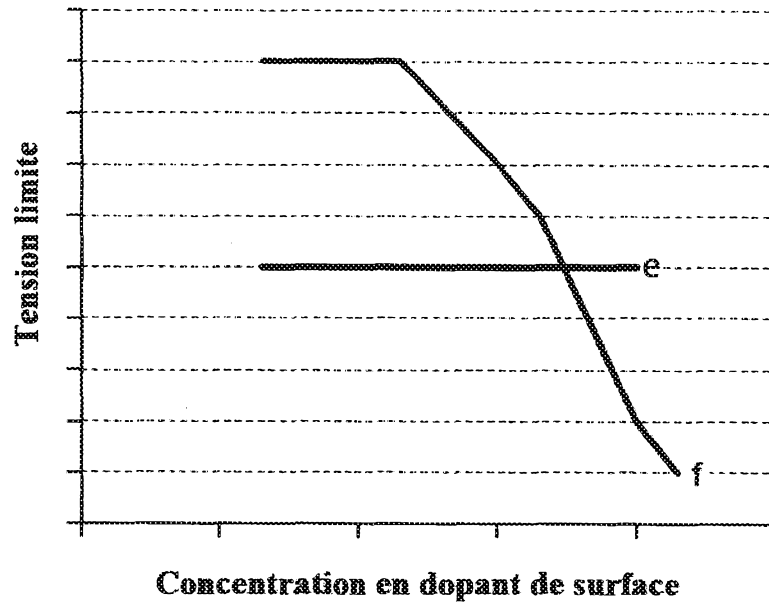


FIGURE 11



【FIG.12】

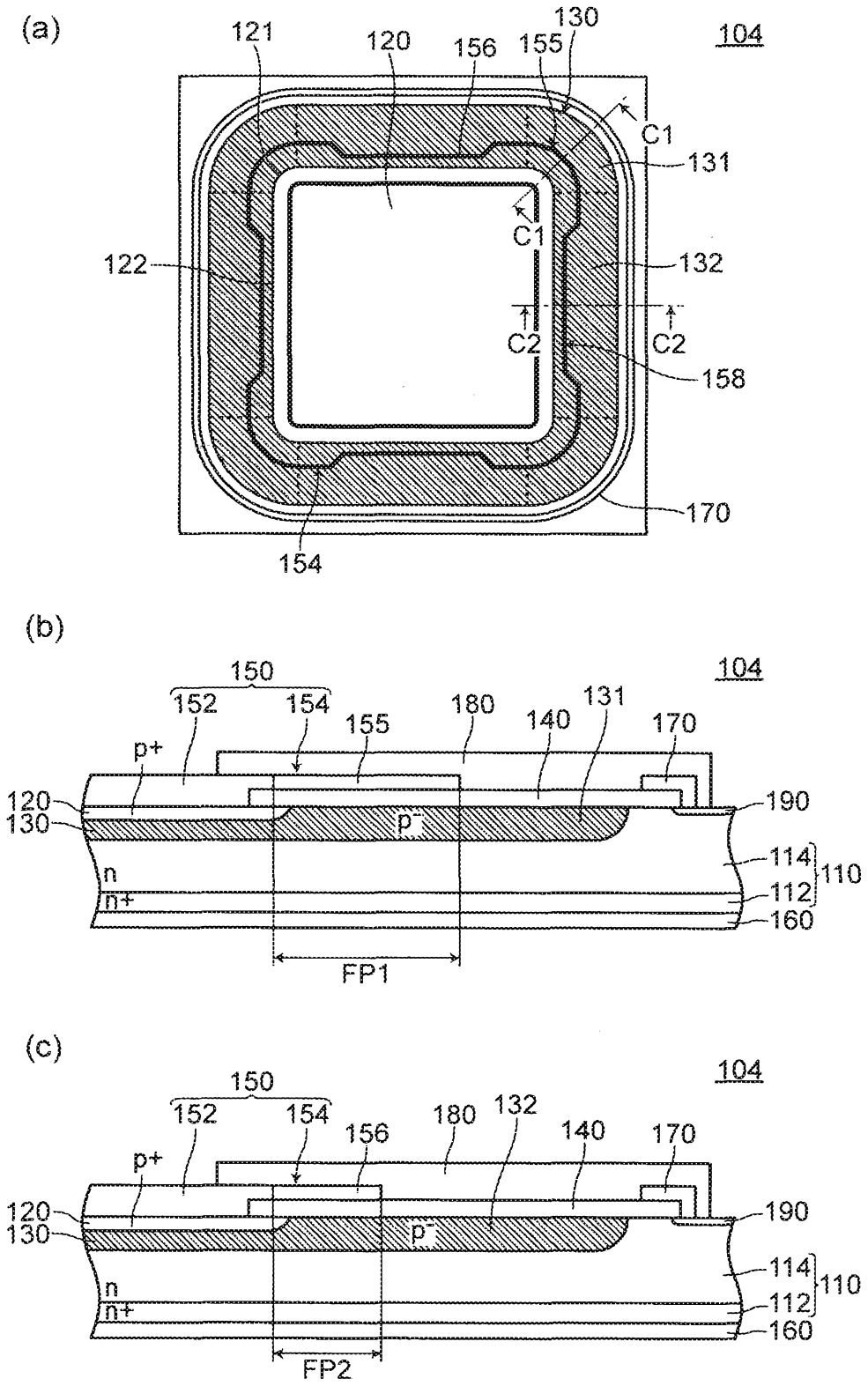
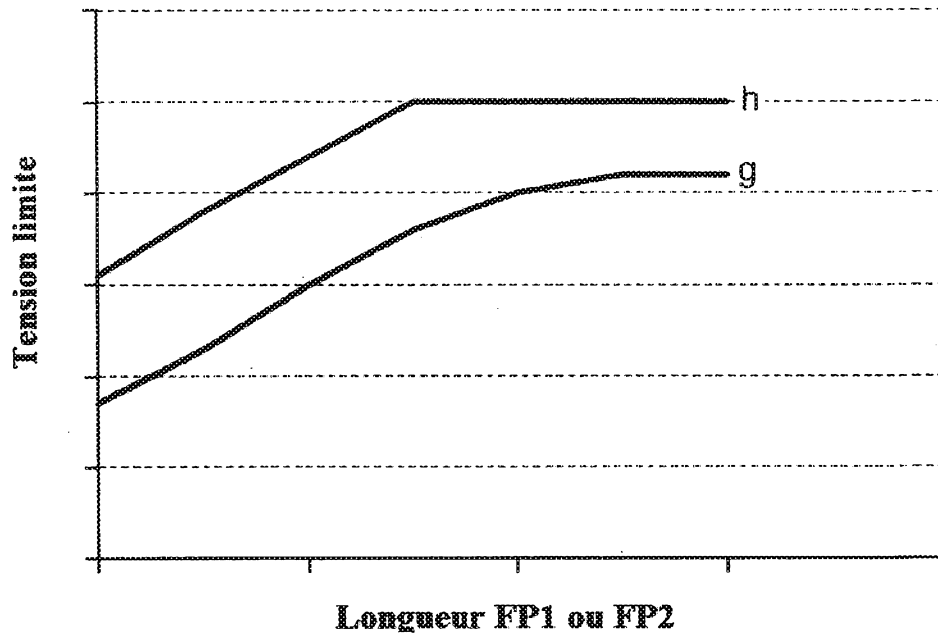
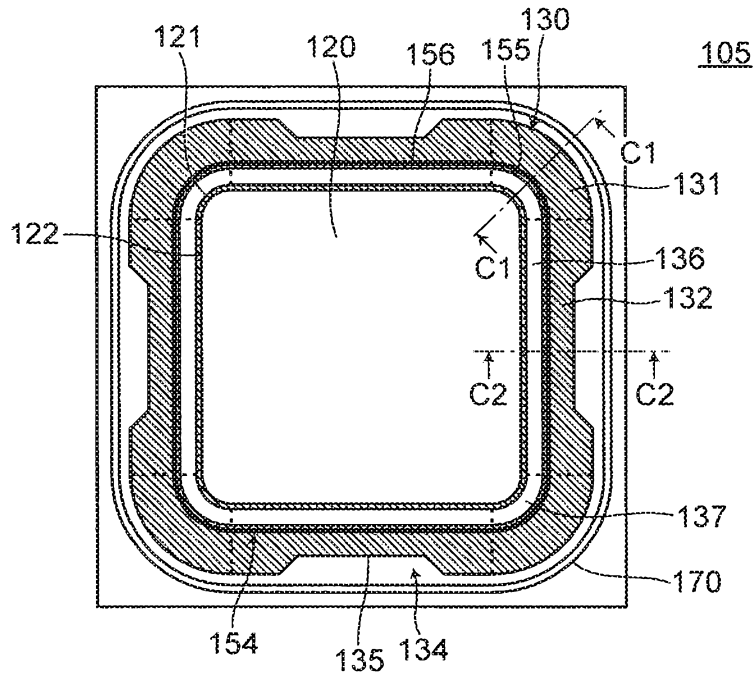


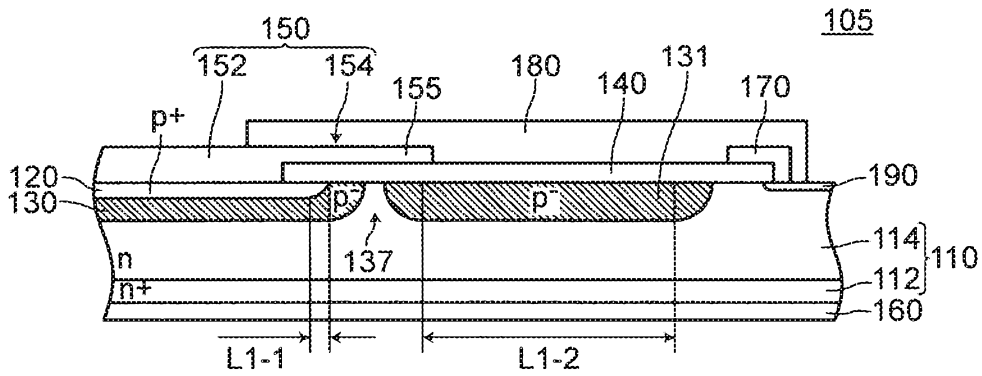
FIGURE 13



【FIG.14】



(b)



(c)

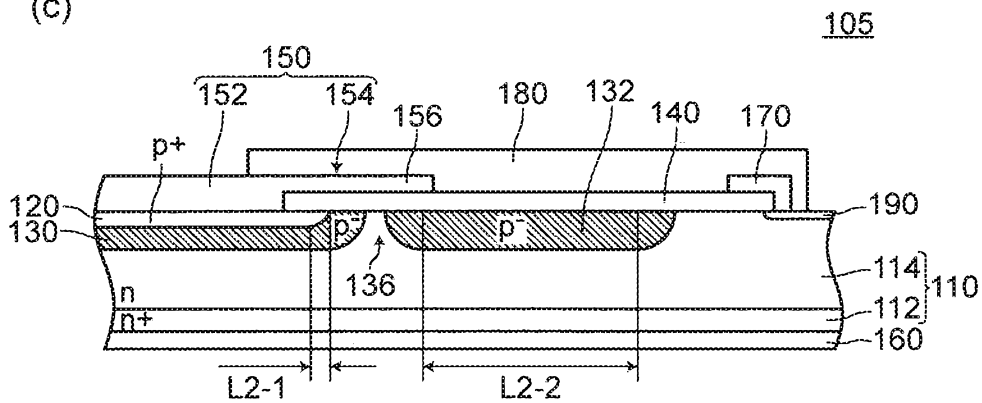
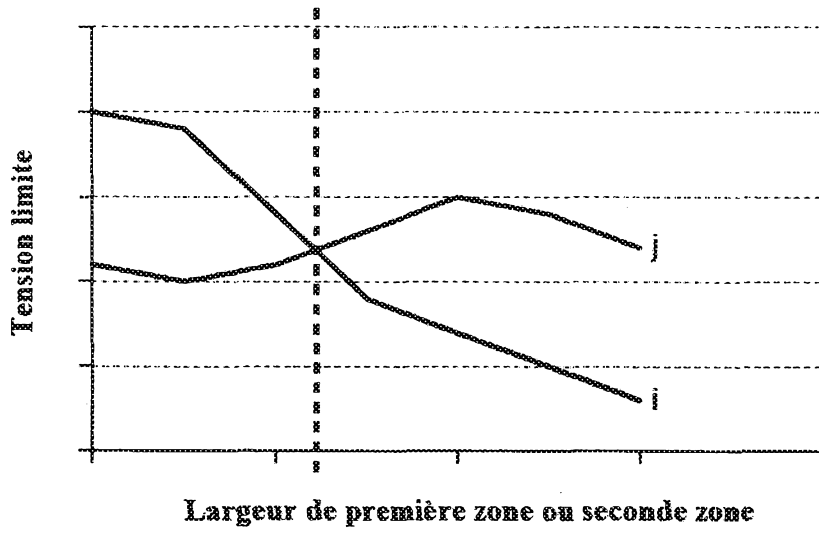
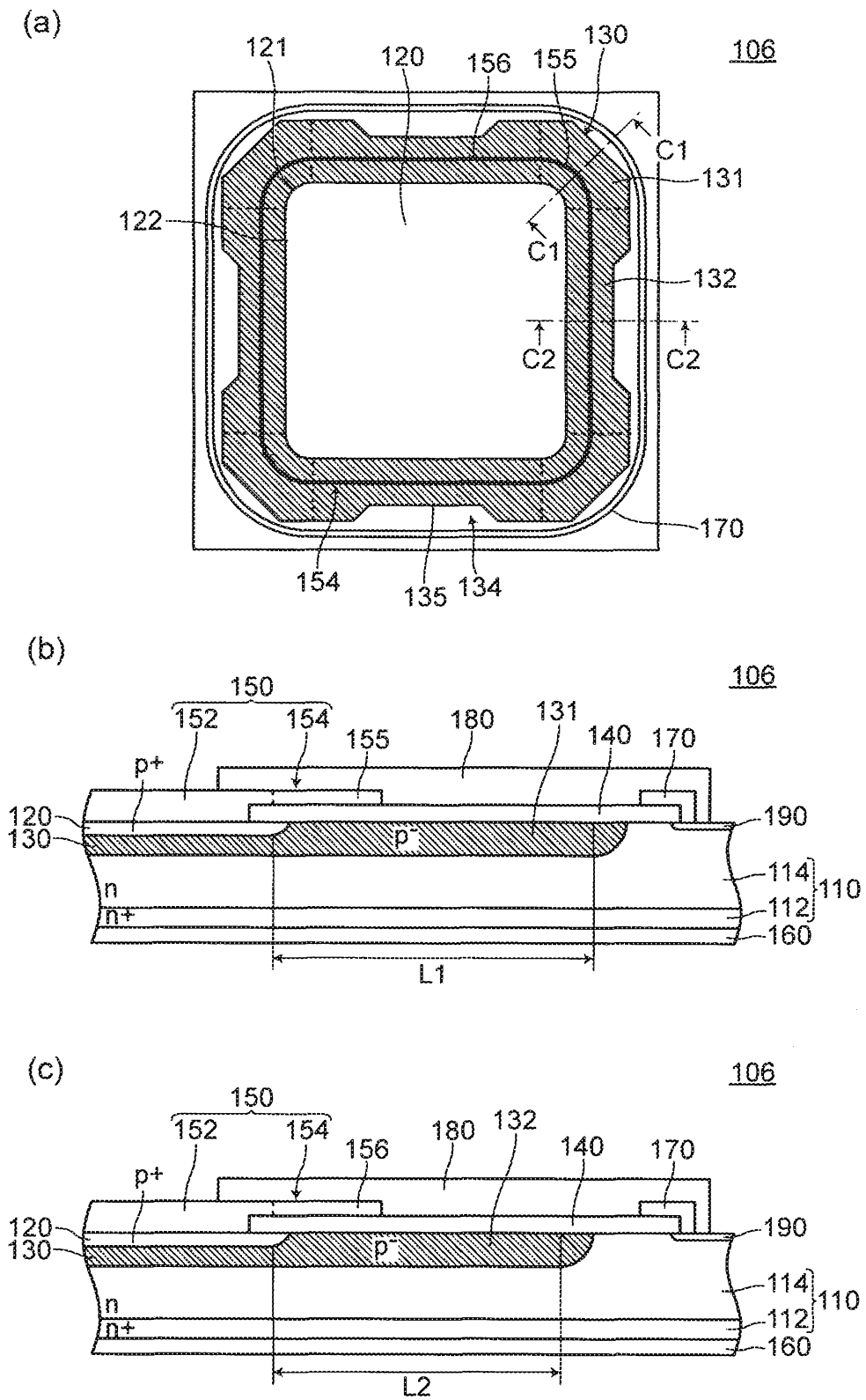


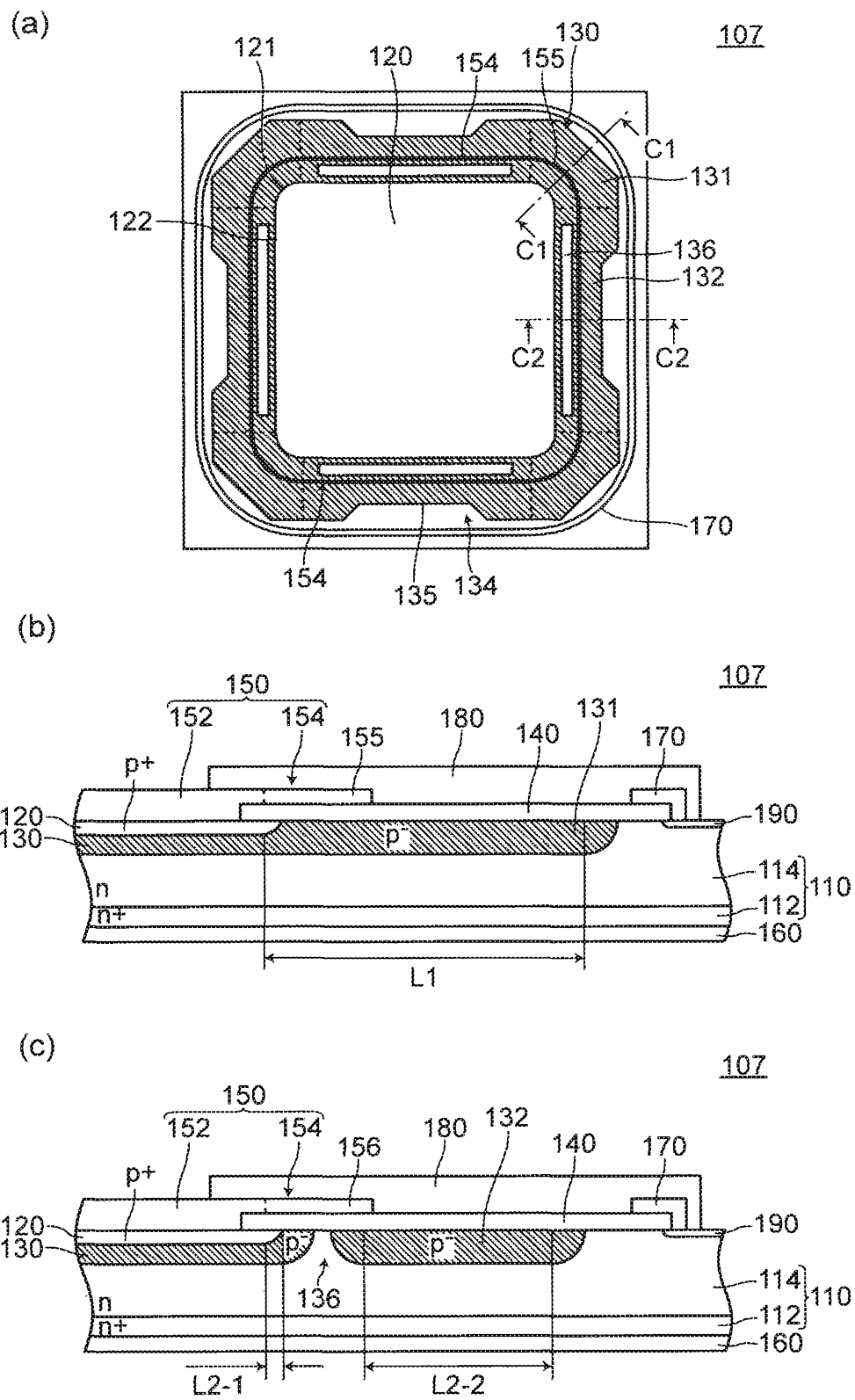
FIGURE 15



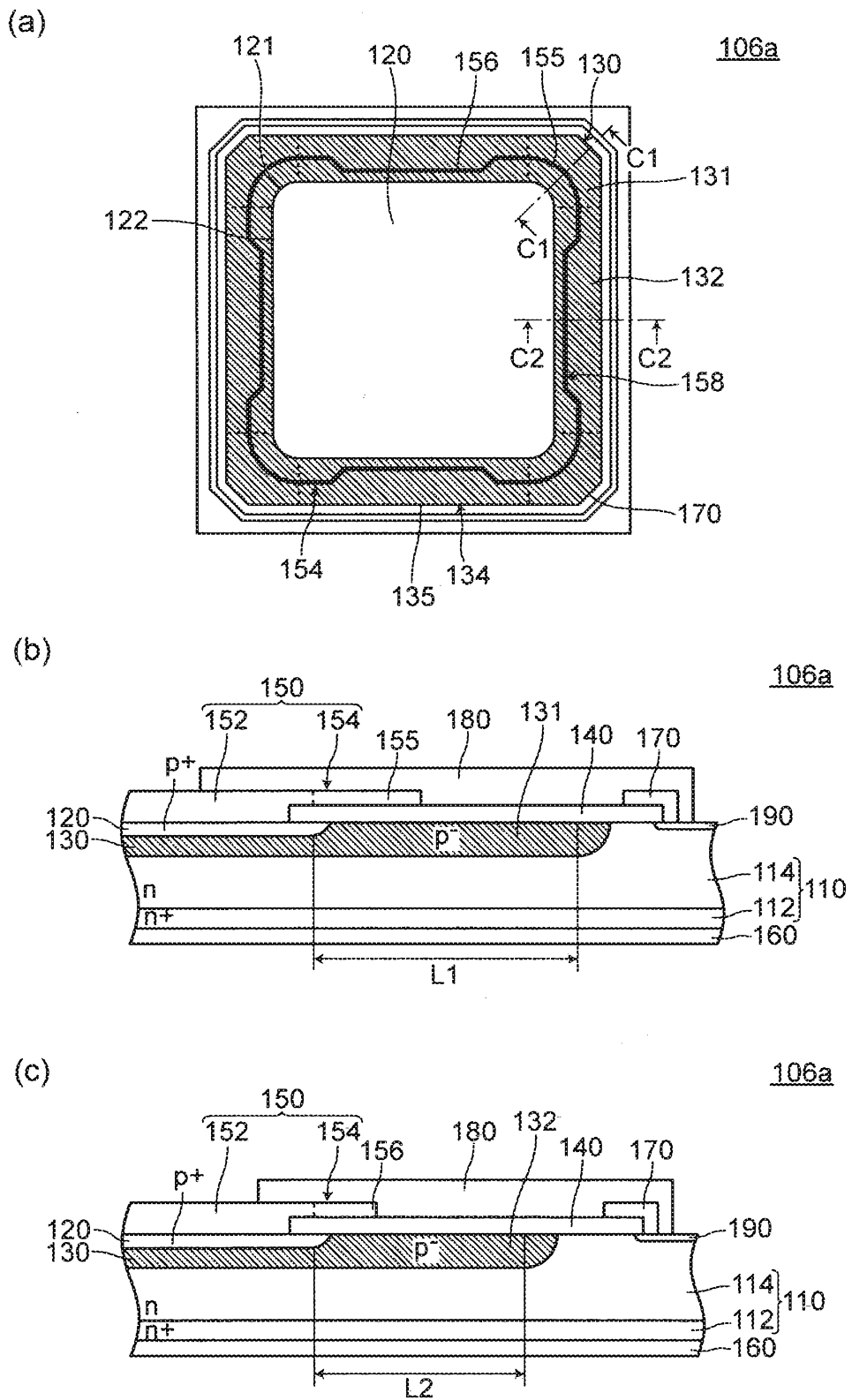
【FIG.16】



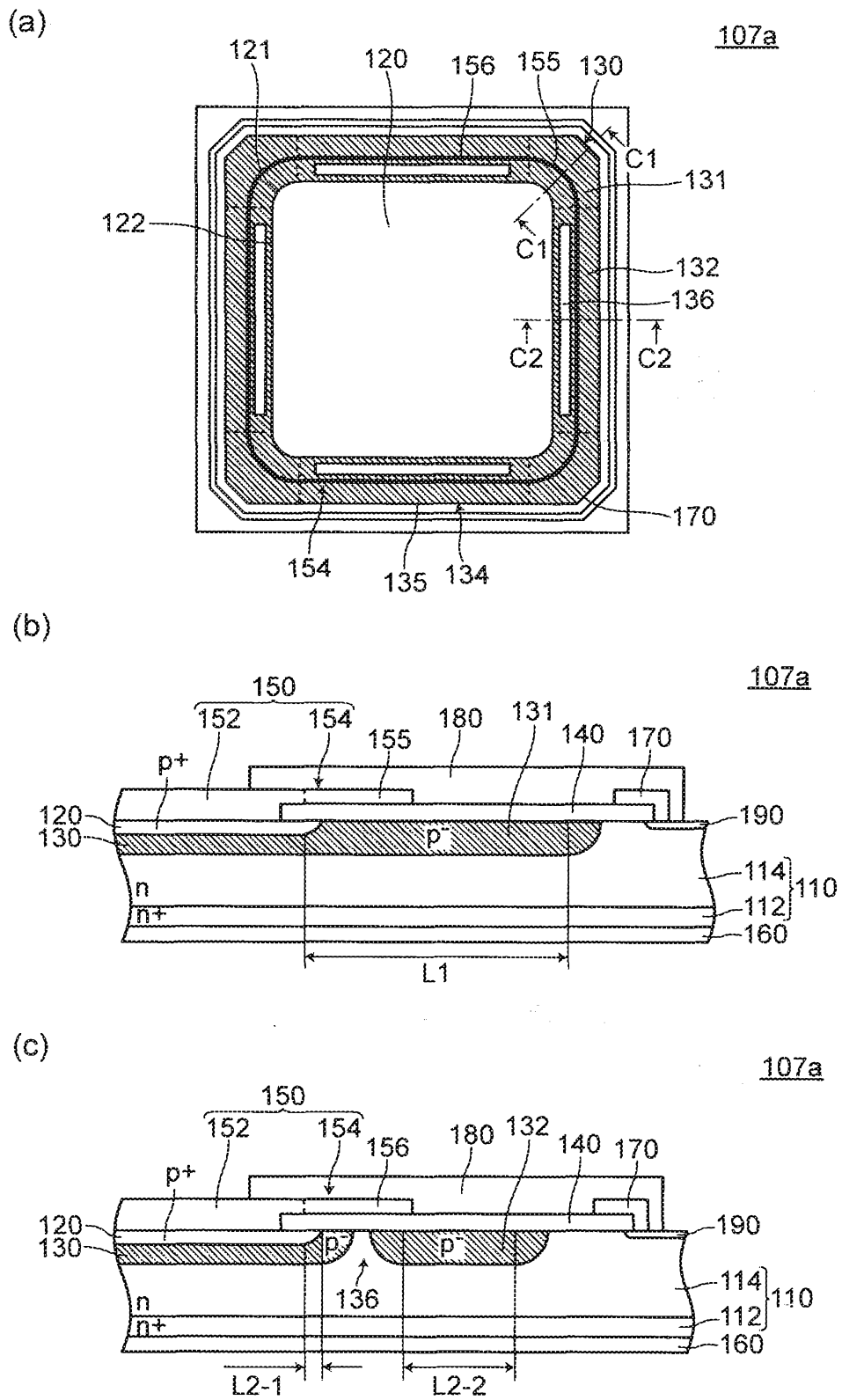
【FIG.17】



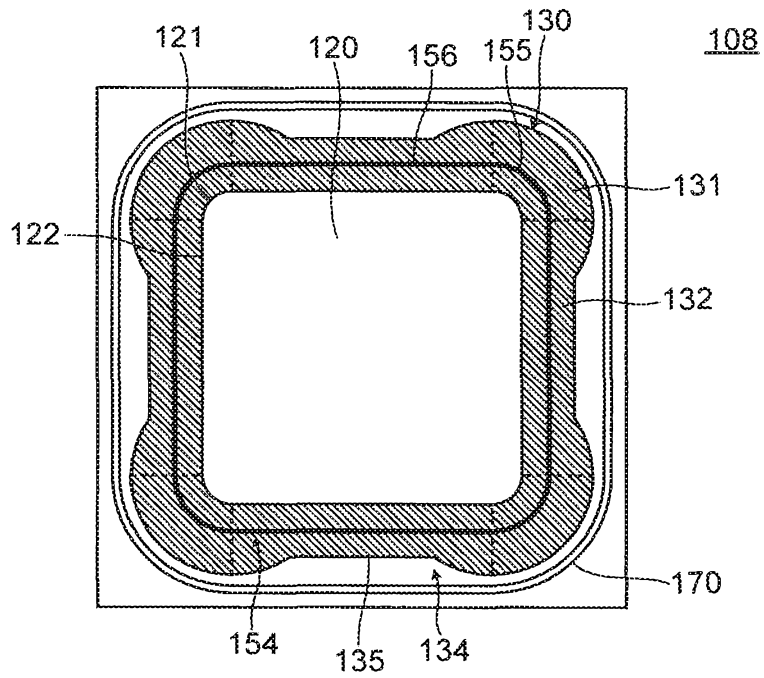
【FIG.18】



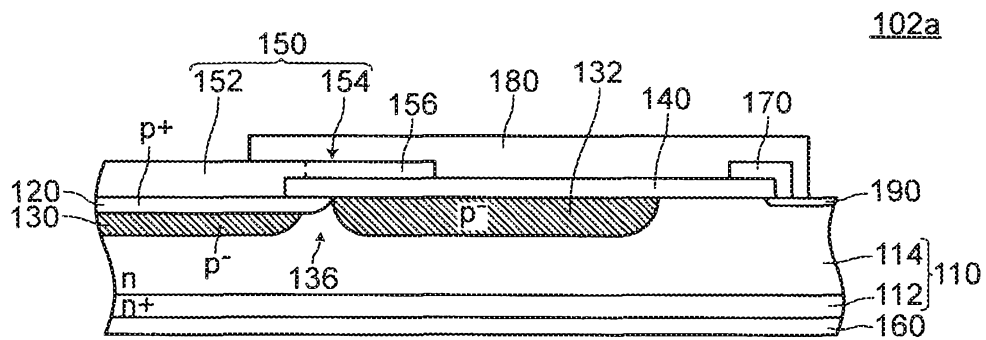
【FIG.19】



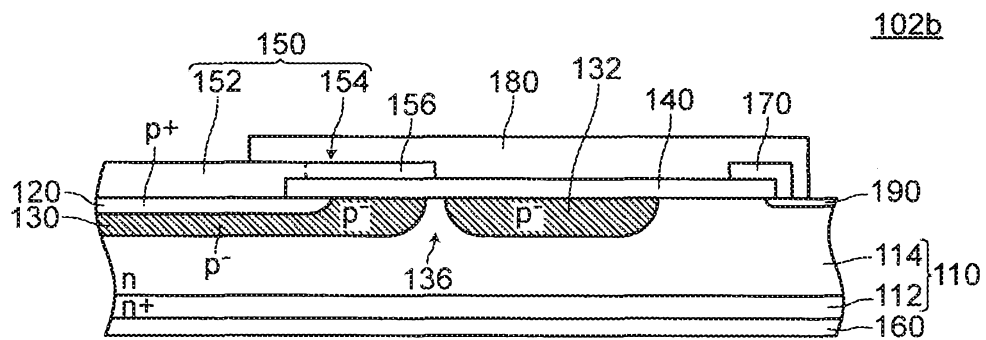
【FIG.20】



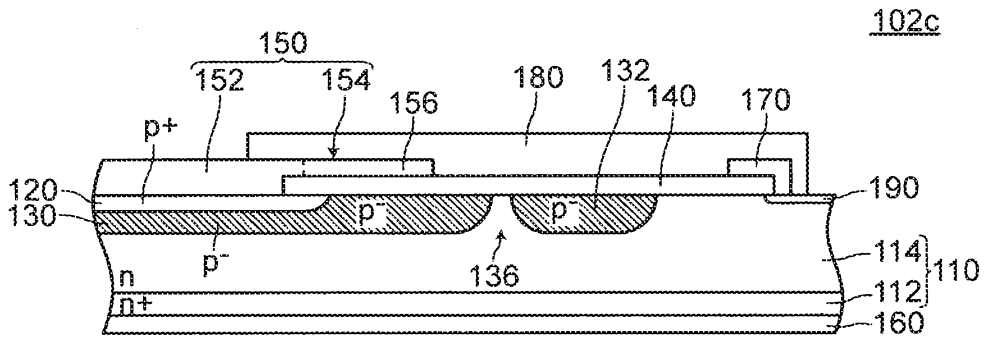
【FIG.21】



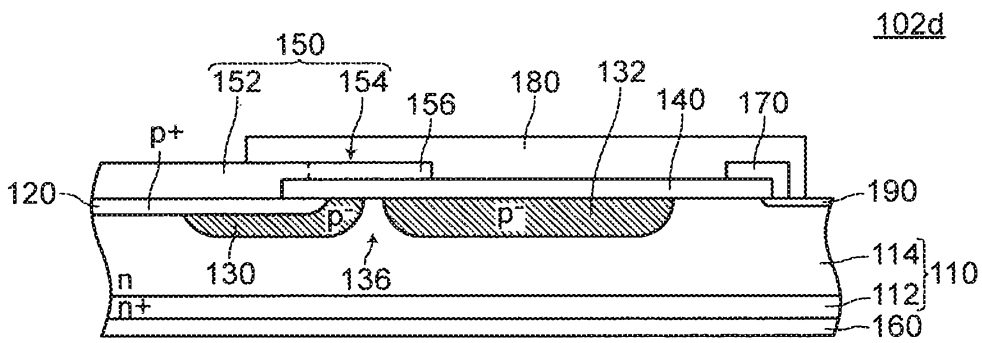
【FIG.22】



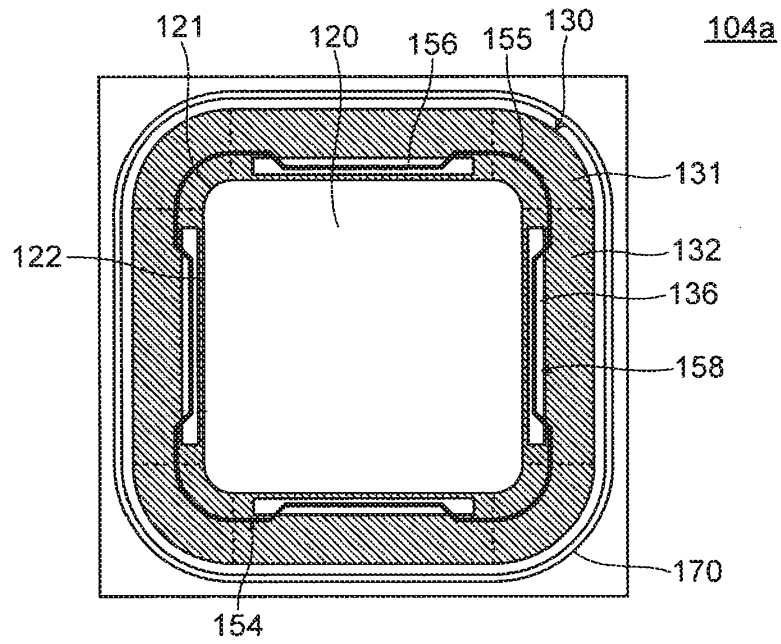
【FIG.23】



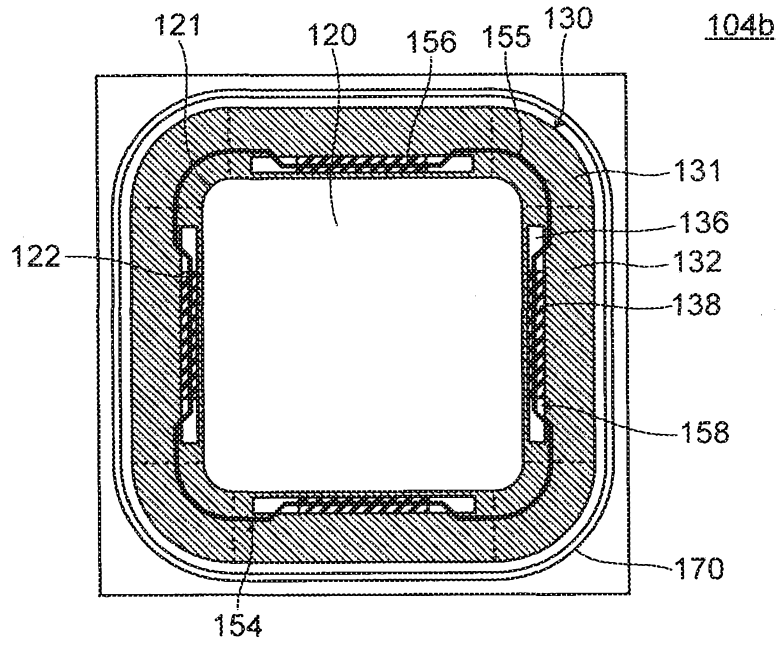
【FIG.24】



【FIG.25】



【FIG.26】



【FIG.27】

