



La présente invention concerne un transistor à effet de champ, en particulier un transistor à effet de champ tel qu'un transistor métal-semiconducteur (MESFET), un transistor à mobilité électronique élevée (HEMT), un transistor métal-isolant-semiconducteur (MISFET) ou un transistor métal-oxyde-semi-conducteur (MOSFET).

Puisqu'un dispositif semiconducteur à effet de champ formé par un semiconducteur composé possède une mobilité électronique élevée, il est susceptible de fonctionner à une fréquence élevée et est utilisé dans de nombreux domaines, par exemple les super-ordinateurs et les émissions en ondes ultra-courtes. On demande plus spécialement à un transistor à effet de champ utilisé dans les émissions en ondes ultracourtes de permettre d'améliorer le niveau de sortie, le rendement et les performances en fonctionnement à haute fréquence.

Parmi les transistors à effet de champ formés d'un semiconducteur composé, on cite le MESFET et le HEMT comme des transistors à effet de champ typiques qui possèdent une électrode de Schottky.

La figure 1 est une vue en coupe d'un MESFET de type général, et va servir à expliquer la technique antérieure.

Une couche tampon de GaAs de type intrinsèque, ou i-GaAs, 2 et une couche active de GaAs de type n, ou n-GaAs, 3 sont formées dans cet ordre sur un substrat de GaAs semi-isolant, sur lesquelles sont formées séparément l'électrode de source 4, une électrode de grille 6 et une électrode de drain 5. La couche active 3 et l'électrode de grille 6 sont en contact de Schottky l'une avec l'autre et une couche d'appauvrissement 7 est formée dans la couche active 3 à la jonction entre la couche active 3 et l'électrode de grille 6. L'électrode de source 4 et l'électrode de drain 5 sont respectivement en contact ohmique avec la couche active 3, et une tension est appliquée entre la source et le drain.

Il est bien connu que, dans un MESFET, la tension appliquée à l'électrode de grille 6 modifie l'étalement de la couche d'appauvrissement et commande le courant drain-source.

La qualité des performances en haute fréquence est estimée à partir d'une valeur de la fréquence f donnée par l'expression suivante :

$$f_1 = g_m / 2\pi C_{gs}.$$

Dans l'expression précédente, g_m représente la conductance mutuelle et C_{gs} représente la capacité d'entrée.

Les performances en haute fréquence d'un MESFET sont d'autant meilleures que la fréquence de coupure f_1 est élevée. Pour augmenter f_1 , il est nécessaire de diminuer la capacité d'entrée C_{gs} et d'augmenter la conductance mutuelle g_m .

5 Par conséquent, pour améliorer les performances en haute fréquence d'un MESFET, il est efficace de diminuer la longueur de grille et C_{gs} . Toutefois, il est indiqué dans le document "N. Kato et al., IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, Vol. EDL-4, n° 11, novembre 1983" [1] que la conductance mutuelle g_m est d'autant plus basse que la longueur de grille est courte. La longueur de grille
10 est la longueur de l'électrode de grille dans la direction du déplacement des porteurs de la région de source à la région de drain. La direction qui va de la région de source à la région de drain au niveau de l'électrode de grille est appelé "direction de la longueur de la grille".

La figure 2 est une vue en coupe d'un MESFET dans lequel la longueur
15 de grille est courte, ce qui diminue la capacité d'entrée. Sur la figure 2, les symboles utilisés sur la figure 1 représentent les mêmes éléments. Il est généralement admis qu'une longueur de grille courte, comme montré sur la figure 2, représente moins de $0,5 \mu\text{m}$ et qu'une grande longueur de grille, comme montré sur la figure 1, représente $0,5 \mu\text{m}$ ou plus.

20 La demanderesse a effectué une expérience consistant à comparer la caractéristique de la grande longueur de grille d'un MESFET avec la caractéristique de la longueur de grille courte de celui-ci. Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 3. Sur la figure 3, l'axe des abscisses représente la tension drain-source V_{ds} et l'axe des ordonnées représente le courant drain-source I_{ds} .

25 Sur la figure 3, la ligne en trait continu représente la caractéristique V_{ds} - I_{ds} d'un MESFET à grille longue et la ligne en trait interrompu représente la caractéristique d'un MESFET à grille courte, tandis que le symbole g_{mL} la transconductance du MESFET à grille longue et le symbole g_{mS} représente la transconductance du MESFET à grille courte. Ce diagramme de caractéristiques utilise
30 la tension de grille " V_g " comme paramètre.

La comparaison de la ligne caractéristique V_{ds} - I_{ds} du MESFET à grille courte avec celle du MESFET à grille longue montre que l'inclinaison (I_{ds}/V_{ds}) de la ligne caractéristique du MESFET à grille courte dans la région saturée est plus grande que celle du MESFET à grille longue. La saturation d'une
35 ligne caractéristique est provoquée par un phénomène de pincement, ou phénomène de saturation de vitesse des porteurs. L'augmentation du courant drain-

source I_{DS} dans la région saturée représente le fait que le courant I_1 circulant dans la couche tampon 2 est grand. Le courant I_1 qui circule dans la couche tampon 2 est appelé "courant de dessous".

Comme représenté sur la figure 2, ceci est dû au fait que la couche d'appauvrissement 7 se raccourcit suivant le sens de la longueur de la grille lorsque l'électrode de grille 8 est raccourcie et que le champ électrique appliqué de part et d'autre de la couche d'appauvrissement 7 devient grand. Le courant de dessous I_1 ne peut pas être commandé par la tension appliquée à l'électrode de grille 8.

Par conséquent, lorsque le courant de dessous I_1 augmente, la conductance mutuelle effective g_{ms} diminue et la fréquence de coupure f_1 n'augmente pas comme on l'aurait attendu. Il est indiqué dans le document cité ci-dessus que la tension de seuil s'abaisse lorsque l'intervalle entre la source et le drain du MESFET à grille courte s'allonge.

C'est un but de l'invention de diminuer la capacité parasite due à l'électrode de grille et de produire un transistor à effet de champ permettant d'augmenter la conductance mutuelle.

L'invention produit un transistor à effet de champ qui possède plusieurs électrodes de grille divisées suivant la direction de la longueur de la grille. Les électrodes de grille divisées établissent des contacts de Schottky avec une couche semiconductrice ou sont formées sur la couche semiconductrice via une pellicule d'isolation de grille.

La capacité apparaissant entre l'électrode de grille et la couche semiconductrice est presque entièrement déterminée par l'aire de contact entre l'électrode de grille et la couche semiconductrice ou par l'aire de contact entre l'électrode de grille et la pellicule d'isolation de grille. De plus, des couches d'appauvrissement sont produites à partir des surfaces de contact de chacune des électrodes de grille divisées et de la couche semiconductrice, et plusieurs couches d'appauvrissement ainsi produites sont incorporées dans la couche semiconductrice par application d'une tension aux électrodes de grille. Ainsi, la longueur de grille effective rapportée à l'étalement des couches d'appauvrissement et la transconductance sont déterminées par la somme des longueurs des électrodes de grille divisées et de celles des régions de division des électrodes suivant la direction de la longueur de la grille.

Ainsi, lorsqu'on fixe la somme des longueurs des seules électrodes de grille divisées suivant la direction de la longueur de la grille à $0,5 \mu\text{m}$ ou moins, on obtient une diminution de la capacité parasite de la grille, qui est la particularité de

la grille courte, et on obtient une grande transconductance et une couche d'appauvrissement large, ce qui constitue la particularité d'une grille longue.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

– la figure 1 est une vue en coupe d'un MESFET à grille longue selon la technique antérieure;

– la figure 2 est une vue en coupe d'un MESFET à grille courte selon la technique antérieure;

– la figure 3 est un diagramme de caractéristiques montrant la relation entre la tension drain-source et le courant drain-source pour des MESFET à grille longue et à grille courte;

– les figures 4A à 4F sont des vues en coupe montrant les étapes de fabrication du MESFET selon le premier mode de réalisation de l'invention;

– la figure 5 est un diagramme de caractéristiques montrant les relations existant entre la fréquence et le gain maximal respectivement pour un MESFET à grille courte de la technique antérieure, un MESFET à grille longue de la technique antérieure, et le MESFET du premier mode de réalisation de l'invention;

– la figure 6 est un diagramme de la caractéristique montrant la relation qui existe entre la tension drain-source et le courant drain-source du MESFET du premier mode de réalisation de l'invention;

– la figure 7 est une vue en coupe du HEMT du deuxième mode de réalisation de l'invention;

– la figure 8 est une vue en coupe du MISFET du troisième mode de réalisation de l'invention;

– la figure 9 est une vue en coupe du MOSFET du quatrième mode de réalisation de l'invention; et

– la figure 10 est une vue en coupe de l'électrode de grille du transistor à effet de champ (FET) du cinquième mode de réalisation de l'invention.

On va décrire ci-après la structure des transistors à effet de champ du premier mode de réalisation de l'invention, en liaison avec ses étapes de fabrication.

Les figures 4A à 4F sont des vues en coupe montrant les étapes de fabrication du transistor à effet de champ métal-semiconducteur, ou MESFET, du premier mode de réalisation de l'invention.

Ci-après, on va donner la description des étapes conduisant à l'état représenté sur la figure 4A.

Tout d'abord, on forme, dans cet ordre, une couche tampon 12 faite de i-GaAs et une couche active 13 faite de n-GaAs sur un substrat 11 fait de GaAs semi-isolant, jusqu'à atteindre des épaisseurs respectives de 500 et 150 nm. On fait déposer la couche tampon 12 et la couche active 13 par un procédé de dépôt chimique organométallique en phase vapeur (ci-après appelé MOCVD).

On utilise du silicium (Si) comme impureté pour donner à la couche active 13 le type n, à une concentration en impureté de 2×10^{17} atomes/cm³. Les moyens permettant de faire croître le cristal semiconducteur constituant la couche tampon 12 et la couche active 13 ne se limitent pas au procédé MOCVD. On peut par exemple utiliser, de manière correcte, le procédé d'épitaxie par faisceau moléculaire (ci-après appelé MBE).

Après cela, on applique un agent photosensible du type réserve non représenté, on l'expose et on le développe de manière à former une fenêtre d'agent photosensible dans une région de source et une région de drain, à la surface de la couche active 13. Ensuite, on fait déposer un alliage or-germanium (AuGe) et or (Au) sur la couche active 13 à travers la fenêtre et sur l'agent photosensible, respectivement jusqu'à atteindre des épaisseurs de 40 et 400 nm, par dépôt sous vide. En outre, on forme une électrode de source 14 et une électrode de drain 15, qui sont faites de AuGe/Au, au moyen d'une opération de soulèvement qui laisse subsister une pellicule métallique dans la fenêtre par enlèvement de l'agent photosensible. Il existe une région de canal dans la couche active 13 entre l'électrode de source 14 et l'électrode de drain 15.

Ensuite, on chauffe le substrat 11 à une température de 450°C pendant 2 min afin d'allier AuGe, servant à constituer l'électrode de source 14 et l'électrode de drain 15, et GaAs, servant à constituer la couche active 13, ce qui produit la formation de couches 14a et 15a de contact de type n⁺.

Ensuite, on forme une pellicule isolante 16, faite de SiO₂, jusqu'à une épaisseur de 300 nm, par dépôt chimique en phase vapeur (CVD). Pour former la pellicule isolante 16, il est possible d'utiliser SiN, SiON, ou un autre matériau isolant.

Ensuite, on applique l'agent photosensible 17 sur la pellicule isolante 16, après quoi on l'expose et on le développe pour former une fenêtre 17a à l'intérieur d'une région d'électrode de grille devant être formée, comme représenté sur la figure 4B. En outre, on grave localement la pellicule isolante 16 en utilisant

l'agent photosensible 17 comme masque et de l'acide fluorhydrique tamponné comme agent de gravure, de manière à former une ouverture 16a sur la pellicule isolante 16, comme représenté sur la figure 4C. Alors, une partie de la couche active 13 est exposée par l'intermédiaire d'une ouverture 17a.

5 On effectue une légère gravure latérale de la pellicule 16, ce qui entraîne que l'ouverture 16a du film 16 est légèrement plus large que la fenêtre 17a de l'agent photosensible 17, et que l'agent photosensible 17 fait saillie à la partie supérieure de l'ouverture 16a, à la manière d'un capuchon.

10 L'ouverture 16a est formée de manière à présenter une taille égale à celle de la région d'électrode de grille, la longueur de l'ouverture 16a suivant la direction de la longueur de la grille étant fixée par exemple à $0,8\ \mu\text{m}$, et la longueur de la fenêtre 17a de l'agent photosensible 17, correspondant à la direction de la longueur de la grille, étant fixée par exemple à $0,5\ \mu\text{m}$.

15 Ensuite, on forme une pellicule isolante 18 faite par exemple de nitrure d'aluminium (AlN) jusqu'à obtenir une épaisseur de 700 nm, par application d'un procédé (CVD) par plasma à résonance cyclotronique électronique (ECR). Le procédé de dépôt relatif à la pellicule isolante 18, qui est utilisé ici, ne se limite pas au procédé CVD par plasma ECR pour autant que ce procédé de dépôt comporte une importante anisotropie. La pellicule isolante 18 est faite d'un matériau
20 chimiquement stable. Il est préférable que le matériau présente une perméabilité inférieure afin de diminuer la capacité parasite. Il est possible d'utiliser, pour ce matériau, SiO_2 ou Al_2O_3 . Dans ce cas, il est nécessaire de diminuer la différence de dilatation thermique entre le matériau et une pellicule formée sur le matériau.

25 Après cela, on applique un tracé de motif à la pellicule isolante 18 en appliquant un processus de soulèvement de couche réalisé par enlèvement de l'agent photosensible 17 à l'aide d'un liquide tel que l'acétone. Une fois cette étape terminée, la pellicule isolante 18 qui a été séparée de la paroi interne de l'ouverture 16a de la pellicule isolante 16 subsiste à la partie centrale de la couche active 13 exposée depuis l'ouverture 16a, comme représenté sur la figure 4D. La longueur de
30 la pellicule isolante 18 suivant la direction de la longueur de la grille vaut par exemple $0,5\ \mu\text{m}$ et la distance à la pellicule isolante 16, des deux côtés de la pellicule 18, est de $0,15\ \mu\text{m}$.

On va décrire ci-après les opérations qui conduisent à l'état représenté sur la figure 4E.

35 Tout d'abord, on forme par exemple une pellicule conductrice 19 faite d'aluminium (Al) jusqu'à atteindre une épaisseur de 700 nm, en appliquant un

procédé de pulvérisation ou de dépôt sous vide. On utilise l'aluminium pour la pellicule conductrice 19 parce que la dilatation thermique de l'aluminium est presque identique à celle du matériau AlN qui constitue la pellicule isolante 18. Le matériau employé pour la pellicule conductrice 19 ne se limite pas à l'aluminium.

5 On peut utiliser n'importe quel matériau dans la mesure où il établit des contacts de Schottky avec le matériau GaAs constituant la couche active 13.

Après cela, on applique un agent photosensible sur la pellicule conductrice 19, puis on l'expose et on la développe afin de former un motif 20 d'agent photosensible en vue de la formation de la région d'électrode de grille.

10 Ensuite, on applique un tracé de motif à la pellicule conductrice 19 en utilisant l'agent photosensible 20 comme masque en appliquant une gravure à sec qui utilise un gaz à base de chlore comme CCl_4 . On a alors formé l'électrode de grille 21 qui est représentée sur la figure 4F. Cette électrode de grille est divisée en deux parties suivant la direction de la longueur de la grille.

15 L'électrode de grille 21 se trouvant entre l'électrode de source 14 et l'électrode de drain 15 établit des contacts de Schottky avec la couche active 13 dans des régions 21A et 21B se trouvant de part et d'autre de la pellicule isolante 18

20 L'électrode de grille 21 du MESFET fabriquée au cours des opérations ci-dessus décrites est divisée, sur la surface de la couche active 13, par la pellicule isolante 18. Lorsqu'on fixe les longueurs L_1 et L_2 des deux régions divisées 21A et 21B de l'électrode de grille 21 à $0,15\ \mu\text{m}$ par exemple respectivement, la somme des longueurs constitutives de l'électrode de grille 21 établissant des contacts de Schottky avec la couche active 13 atteint $0,3\ \mu\text{m}$, et cette valeur compte pour la
25 longueur de grille associée à un condensateur d'entrée.

Comme représenté sur les figures 4E et 4F, lorsqu'on applique une tension de grille à l'électrode de grille 21, deux couches d'appauvrissement 22A et 22B, produites dans la couche active 13 en raison de la jonction de Schottky, s'étendent sur un intervalle qui va des deux côtés de la pellicule isolante 18 jusqu'à
30 la périphérie et celles-ci s'incorporent.

Par conséquent, puisqu'une couche d'appauvrissement est également produite dans la région située sous la pellicule isolante 18 qui divise l'électrode de grille 21, la longueur de grille relative au "courant de dessous" et à la trans-
conductance est comptée sensiblement comme la somme totale des longueurs L_1
35 et L_2 des électrodes de grille divisées 21 et de l'intervalle L_3 existant entre les électrodes de grille divisées 21.

Par conséquent, lorsqu'on fixe les longueurs L_1 et L_2 des électrodes de grille divisées 21, se présentant en deux régions, à $0,15\ \mu\text{m}$ respectivement et l'intervalle de séparation des électrodes de grille divisées à $0,5\ \mu\text{m}$, la longueur de grille associée au courant de dessous et à la transconductance atteint sensiblement
5 $0,8\ \mu\text{m}$. Dans ce cas, cette longueur représente la longueur suivant la direction de la longueur de la grille.

La figure 5 montre la relation qui existe entre la fréquence et le gain disponible maximal d'un MESFET, et sert à expliquer les avantages de l'invention, cette figure étant un diagramme de caractéristiques obtenu à l'aide d'expériences.
10 L'axe des abscisses du diagramme représente la fréquence et l'axe des ordonnées représente le gain disponible maximal.

Sur la figure 5, la ligne en traits alternativement longs et courts représente la caractéristique du MESFET de l'invention, où la longueur de grille de l'électrode de grille 21, non compris la pellicule isolante 18, compte pour $0,5\ \mu\text{m}$,
15 la ligne en trait interrompu représente la caractéristique du MESFET de la technique antérieure à longueur de grille valant $0,5\ \mu\text{m}$, qui est représenté sur la figure 2, et la ligne continue représente la caractéristique du MESFET de la technique antérieure à longueur de grille valant $1,0\ \mu\text{m}$, qui est représenté sur la figure 1. Les largeurs de grille de ces trois MESFET sont respectivement fixées à
20 $180\ \mu\text{m}$ et leurs composants sont les mêmes, sauf pour les électrodes de grille.

En examinant ces lignes caractéristiques, on voit que le MESFET de ce mode de réalisation de l'invention possède un gain supérieur dans un intervalle de fréquence plus élevé que les MESFET de la technique antérieure et que le dispositif de ce mode de réalisation est supérieur à ceux de la technique antérieure dans
25 l'intervalle de fréquence compris au moins entre 25 et 40 GHz.

La relation existant entre la tension source-drain et le courant source-drain du MESFET de ce mode de réalisation est représentée sur la figure 6.

On y voit la grande transconductance g_m qui est la particularité d'une électrode à grille longue et la diminution de l'inclinaison de la ligne caractéristique
30 dans la région saturée.

Ainsi, on a trouvé que le courant de dessous circulant dans la couche tampon 12 diminuait.

Comme décrit ci-dessus, lorsqu'on fixe la longueur totale de la seule électrode de grille 18, suivant la direction de la longueur de la grille, à $0,5\ \mu\text{m}$ ou
35 moins sur la surface de la couche active 13, on obtient une diminution de la capacité parasite, ce qui est la particularité d'une grille courte, et on obtient une

grande transconductance et une couche d'appauvrissement large, ce qui est la particularité d'une grille longue.

En ce qui concerne le mode de réalisation présenté ci-dessus, la notion d'électrode de grille divisée suivant la direction de la longueur de la grille sur la surface d'une couche semiconductrice est appliquée à un MESFET. Toutefois, on peut également l'appliquer à l'électrode de grille d'un HEMT, d'un MISFET et d'un MOSFET.

La figure 7 est une vue en coupe d'un mode de réalisation dans lequel l'électrode de grille ci-dessus décrite est appliquée à un HEMT.

On forme, dans cet ordre, une couche de transit d'électrons en GaAs non dopé 32 et une couche de fourniture d'électrons en AlGaAs de type n sur un substrat de GaAs semi-isolant 31. De plus, on forme une électrode de grille 35 divisée suivant la direction de la longueur de la grille de part et d'autre d'une pellicule isolante 34 sur la surface de la couche de fourniture d'électrons 33, et on forme aussi une électrode de source 36 et une électrode de drain 37 de part et d'autre de la pellicule isolante 34. L'électrode de grille 35 établit des contacts de Schottky avec la couche de fourniture d'électrons 33, tandis que l'électrode de source 36 et l'électrode de drain 37 établissent respectivement des contacts ohmiques avec la couche de fourniture d'électrons 33. Un gaz électronique bidimensionnel 2DEG est produit à l'interface entre la couche de fourniture d'électrons 33 et la couche de transit d'électrons 32. Il existe une région de canal à l'interface de la région située entre l'électrode de source 36 et l'électrode de drain 37. Le numéro de référence 38 représente une pellicule isolante destinée à recouvrir la couche de fourniture d'électrons 33, l'électrode de source 36 et l'électrode de drain 37.

Pour ce mode de réalisation également, la capacité de jonction de l'électrode de grille 35 est déterminée par l'aire de contact entre l'électrode de grille 35 et la couche de fourniture d'électrons 33. La longueur de grille effective associée à l'étalement de la couche d'appauvrissement et à la transconductance est déterminée par les longueurs de l'électrode de grille 35 et de la pellicule isolante 34 dans la direction de la longueur de la grille.

La figure 8 est une vue en coupe d'un mode de réalisation dans lequel l'électrode de grille ci-dessus décrite est appliquée à un MISFET.

On forme respectivement deux couches de contact 42 et 43 contenant du silicium dans une région de source et une région de drain sur un substrat de InP semi-isolant, et on forme une électrode de source 44 et une électrode de drain 45,

faites de AuGe, sur les couches de contact 42 et 43. De plus, on forme une pellicule d'isolation de grille 46, faite de Al_2O_3 , sur le substrat de InP 41 dans la région située entre l'électrode de source 44 et l'électrode de drain 45, et on forme une électrode de grille 48, divisée suivant la direction de la longueur de la grille, de part et d'autre de la pellicule isolante 47, sur la pellicule d'isolation de grille 46.
5 Les électrodes de grille divisées 48 sont incorporées sur la pellicule isolante 47.

Pour ce mode de réalisation également, la capacité produite entre l'électrode de grille 48 et le substrat de InP 41 est presque entièrement déterminée par l'aire de contact entre l'électrode de grille 48 et la pellicule d'isolation de grille 46, tandis que la longueur de grille effective associée à l'étalement de la couche d'appauvrissement produite dans le substrat de InP 41 et à la transconductance est
10 déterminée par la somme des longueurs des électrodes de grille divisées 47 et de la pellicule isolante 48 suivant la direction de la longueur de la grille.

La figure 9 est une vue en coupe montrant un mode de réalisation dans lequel l'électrode de grille ci-dessus décrite est appliquée à un MOSFET.
15

Comme représenté sur la figure 9, on forme une pellicule d'isolation de grille 52 sur une couche semiconductrice 51 faite de silicium et on forme une électrode de grille 54, divisée suivant la direction de la longueur de la grille, sur la surface de la pellicule d'isolation de grille 52, par l'intermédiaire d'une pellicule isolante 53. On forme une région de source 55 et une région de drain 56 sur la
20 couche semiconductrice 51 de part et d'autre de l'électrode de grille 54. On connecte une électrode de source 57 à la région de source 55, et on connecte une électrode de drain 58 à la région de drain 56.

Pour ce mode de réalisation également, la capacité produite par l'électrode de grille 54 et la couche semiconductrice 51 est presque entièrement déterminée par l'aire de contact entre l'électrode de grille 54 et la pellicule d'isolation de grille 52, tandis que la longueur de grille effective associée à l'étalement de la couche d'appauvrissement formée dans la région de canal de la couche semiconductrice et à la transconductance est déterminée par la somme totale des
25 longueurs des électrodes de grille divisées 54 et de la pellicule isolante 53 suivant la direction de la longueur de la grille.
30

Chacun des modes de réalisation ci-dessus présentés utilise une électrode de grille divisée en deux parties suivant la direction de la longueur de la grille. Toutefois, comme représenté sur la figure 10, il est également possible
35 d'utiliser une électrode grille 63 divisée en trois parties, suivant la direction de la longueur de la grille, par l'intermédiaire de deux pellicules isolantes 61 et 62 sur

- une seule surface, ou bien une électrode de grille 63 divisée en une pluralité de parties, suivant la direction de la longueur de la grille, par l'intermédiaire d'une pluralité de pellicules isolantes. Les électrodes de grille divisées sont incorporées sur des pellicules isolantes qui sont connectées via d'autres pellicules conductrices
- 5 de façon à être à un même potentiel.

Si l'on fait en outre appel à une division de l'électrode de grille suivant la direction de la largeur du canal (largeur de la grille), il est possible de réduire encore la capacité parasite de la grille.

- Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir des
- 10 transistors dont la description vient d'être donnée à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1 – Transistor à effet de champ caractérisé en ce qu'il comprend :
une région de source (14, 14a) et une région de drain (15, 15a) formées
5 dans une couche semiconductrice (13) via une région de canal; et
une électrode de grille (21) qui est formée sur la couche semiconduc-
trice (13) entre la région de source (14, 14a) et la région de drain (15, 15a) et qui
est divisée en une pluralité de parties.

2 – Transistor selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électrode
10 de grille (21) est divisée suivant la direction qui va de la région de source (14, 14a)
à la région de drain (15, 15a).

3 – Transistor selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électrode
de grille (21) est divisée, sur la couche semiconductrice (13), par l'intermédiaire
d'un isolant (18).

15 4 – Transistor selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'électrode
de grille (21) divisée en la pluralité de parties est incorporée sur l'isolant (18).

5 – Transistor selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électrode
de grille (21) divisée en la pluralité de parties établit des contacts de Schottky avec
la couche semiconductrice (13).

20 6 – Transistor selon la revendication 5, caractérisé en ce que la somme
des longueurs partielles de l'électrode de grille (21) divisée en la pluralité de
parties suivant la direction qui va de la région de source à la région de drain est de
0,5 μm ou moins.

7 – Transistor selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électrode
25 de grille (48) divisée en la pluralité de parties est formée sur la couche semi-
conductrice (41) via une pellicule d'isolation de grille (46).

8 – Transistor selon la revendication 7, caractérisé en ce que la somme
des longueurs partielles de l'électrode de grille (48) divisée en la pluralité de
parties suivant la direction qui va de la région de source à la région de drain est de
30 0,5 μm ou moins.

9 – Transistor à effet de champ, caractérisé en ce qu'il comprend :
une électrode de source (14) et une électrode de drain (15) qui sont
formées séparément sur une couche semiconductrice active (13) contenant des
impuretés et qui établissent des contacts ohmiques avec la couche semiconduc-
35 trice active (13); et

une électrode de grille (18) qui établit des contacts de Schottky avec la couche semiconductrice active dans une région située entre les électrodes de source et de drain (14, 15) et qui est divisée en une pluralité de parties suivant la direction qui va de l'électrode de source (14) à l'électrode de drain (15), sur la
5 couche semi-conductrice active (13).

10 – Transistor selon la revendication 9, caractérisé en ce que la couche semiconductrice active (13) est faite d'un semiconducteur composé.

11 – Transistor à effet de champ, caractérisé en ce qu'il comprend :

une couche semiconductrice (33) contenant des impuretés et une
10 couche semiconductrice non dopée (32) destinée à produire des électrons suivant deux dimensions à leur interface;

une électrode de source (36) et une électrode de drain (37) qui sont formées séparément et établissent des contacts ohmiques avec la couche semi-conductrice (33) contenant des impuretés; et

15 une électrode de grille (34) qui est divisée en une pluralité de parties suivant une direction qui va de l'électrode de source à l'électrode de drain et qui établit des contacts de Schottky avec la surface de la couche semiconductrice contenant des impuretés.

12 – Transistor selon la revendication 11, caractérisé en ce que la
20 couche semiconductrice (33) contenant des impuretés est faite d'un premier semiconducteur composé et la couche semiconductrice non dopée (32) est faite d'un deuxième semiconducteur composé.

13 – Transistor à effet de champ, caractérisé en ce qu'il comprend :

une région de source (42) et une région de drain (43) qui sont formées
25 séparément dans une couche semiconductrice (41); et

une électrode de grille (48) qui est formée sur la couche semiconductrice (41) via une pellicule isolante (46) et est divisée en une pluralité de parties suivant une direction qui va de la région de source (42) à la région de drain (43).

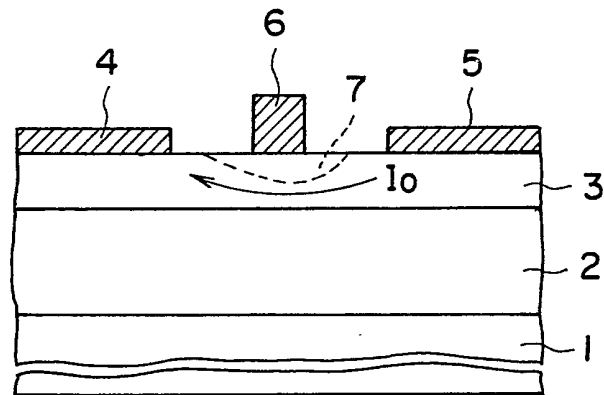
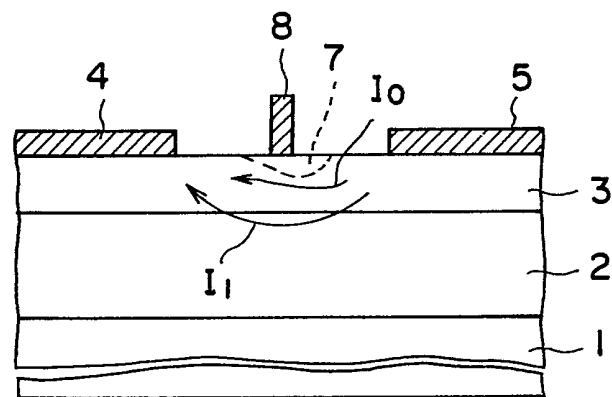
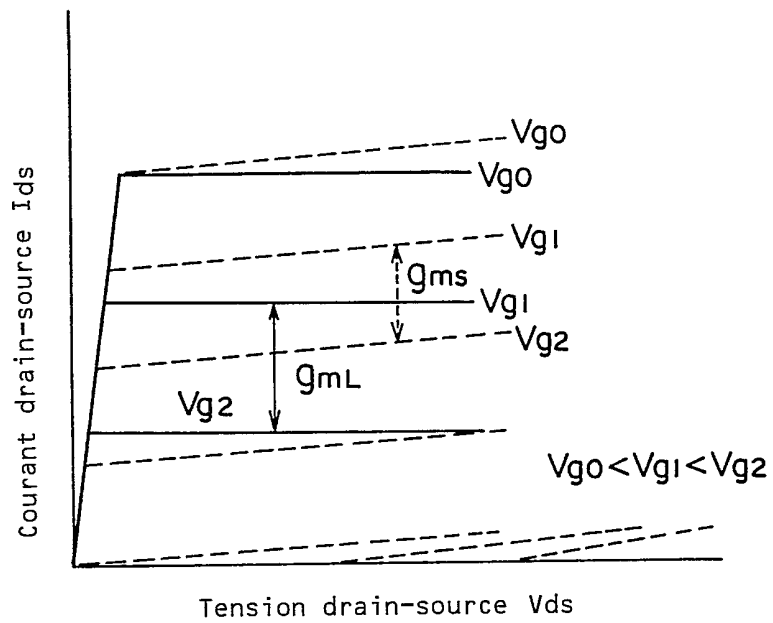
FIG. 1 (Technique antérieure)**FIG. 2** (Technique antérieure)

FIG. 3 (Technique antérieure)

—— Grande longueur de grille

----- Longueur de grille courte

3 / 8

FIG. 4A

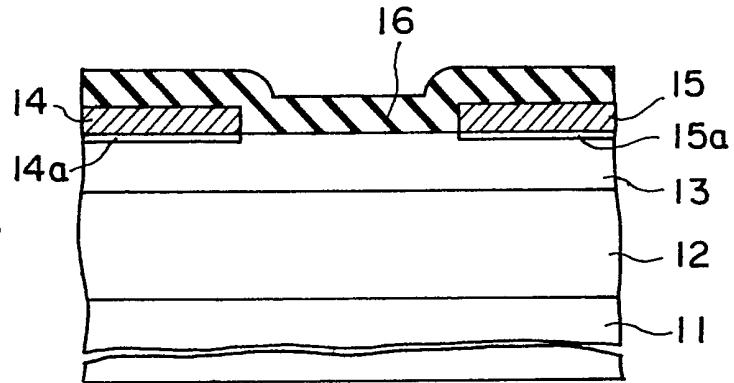


FIG. 4B

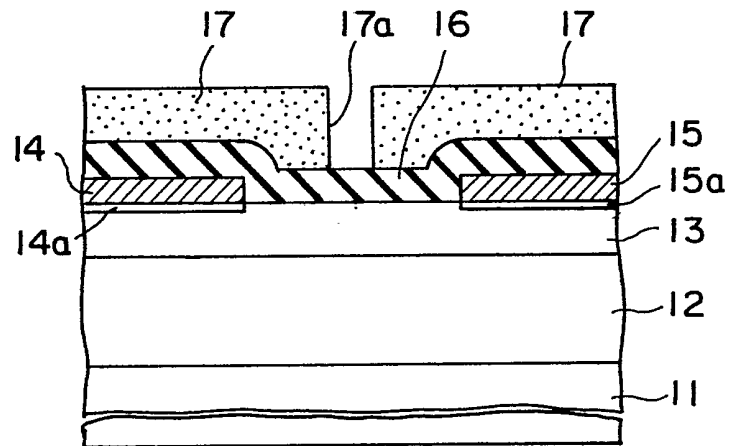


FIG. 4C

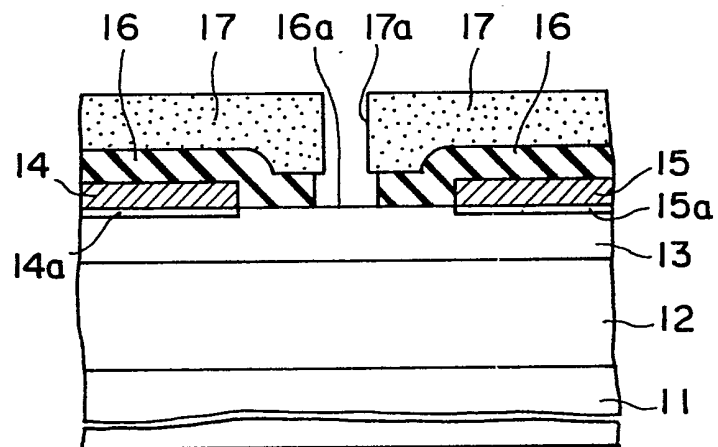


FIG. 4D

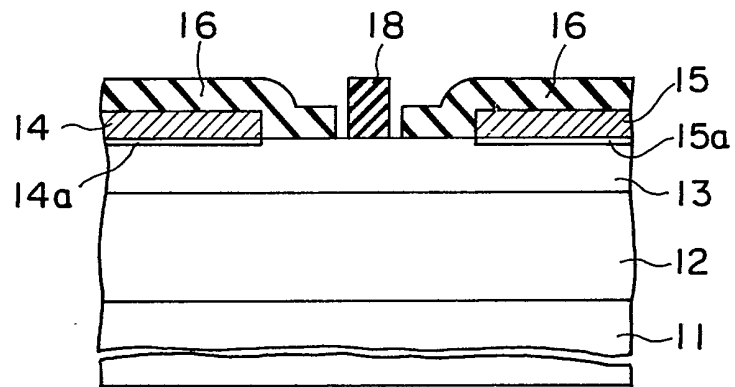


FIG. 4E

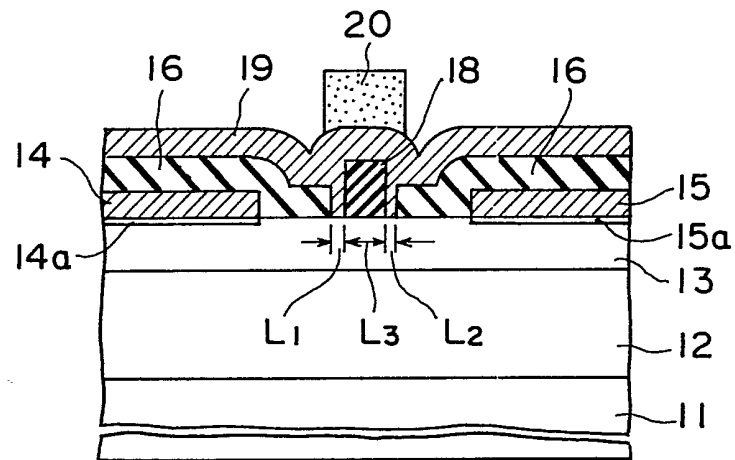


FIG. 4F

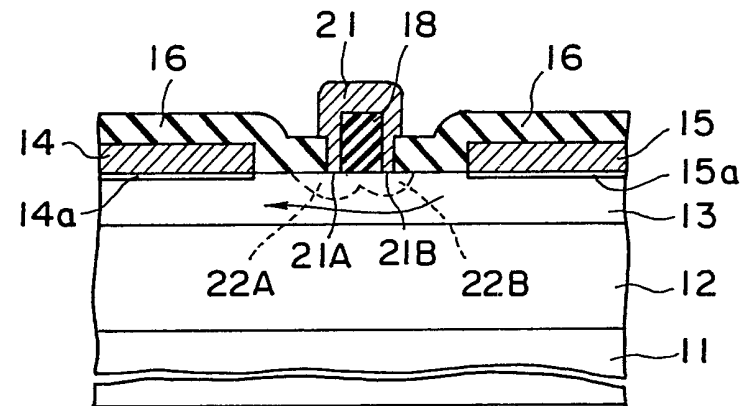


FIG. 5

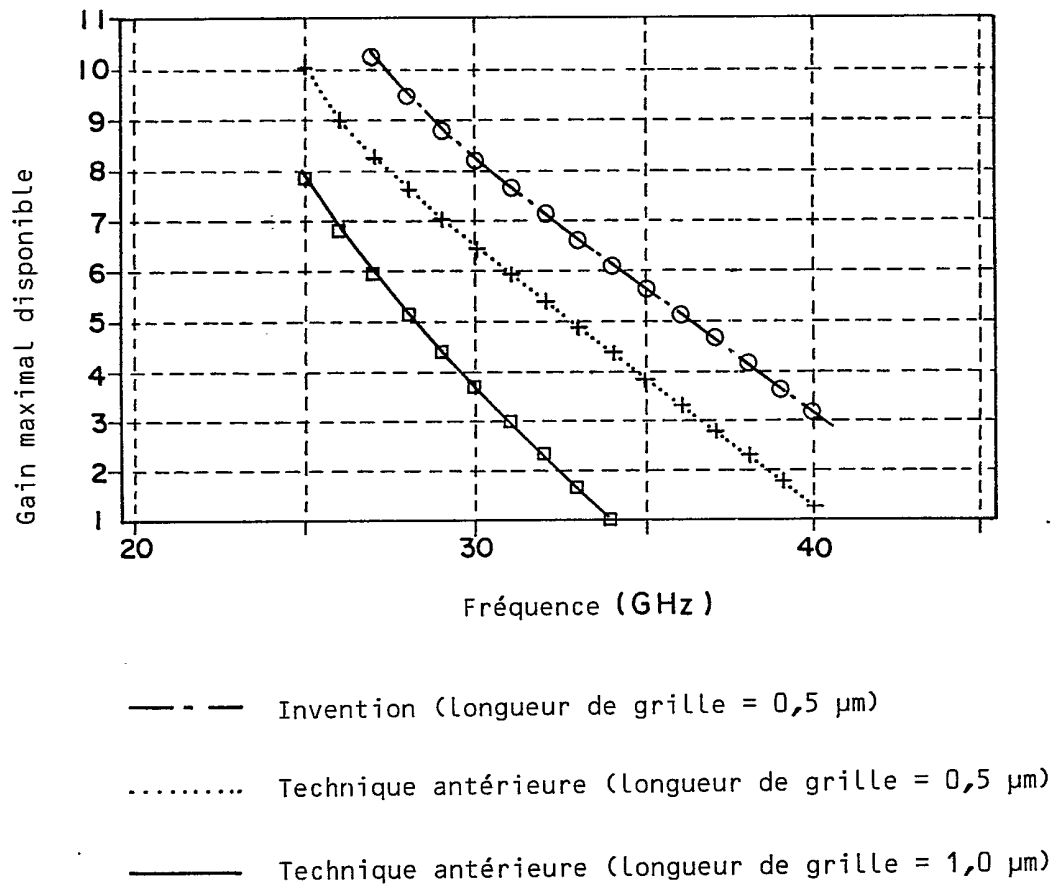


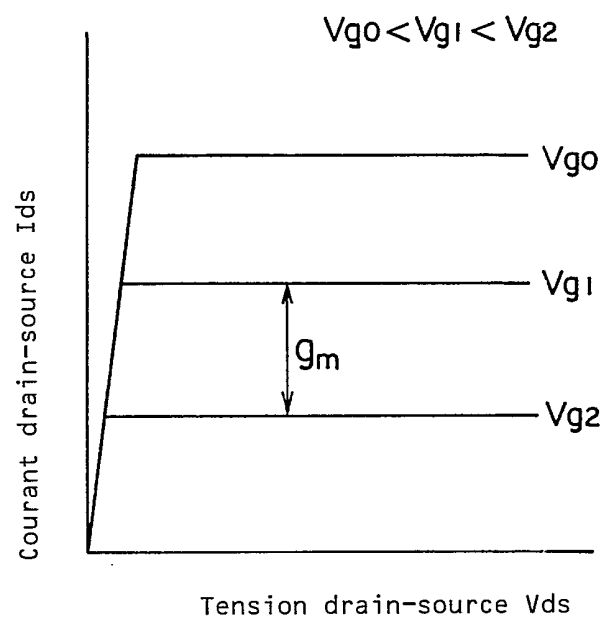
FIG. 6

FIG. 7

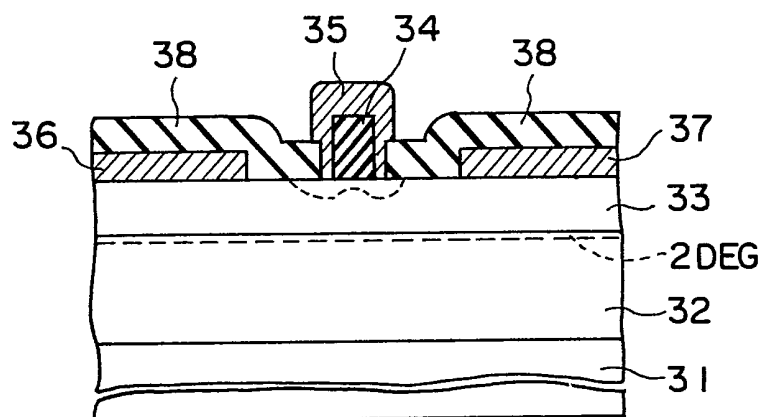


FIG. 8

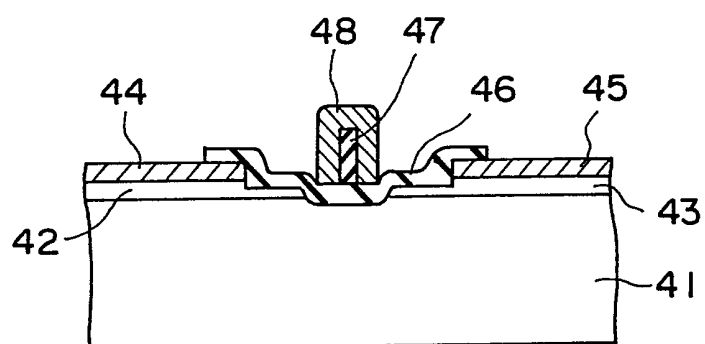


FIG. 9

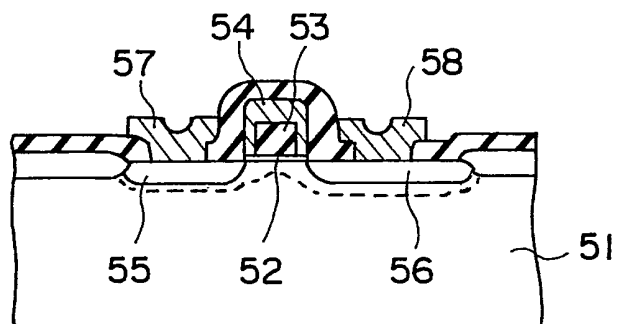


FIG. 10

