

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

**2 496 992**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 23597**

(54)

Condensateur variable.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). H 01 L 29/92; H 01 G 7/00.

(22)

Date de dépôt..... 17 décembre 1981.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : Japon, 18 décembre 1980, n° 180060/1980.

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 25 du 25-6-1982.

(71)

Déposant : Société dite : CLARION CO., LTD, résidant au Japon.

(72)

Invention de : Yasuo Sato et Takamasa Sakai.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,  
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte à un condensateur variable, permettant de contrôler avec précision la variation de capacité sur une large gamme.

Traditionnellement, on a généralement utilisé un  
5 élément à jonction PN en tant que condensateur variable, comme on peut le voir sur la figure 1. Sur la figure 1, le repère 1 désigne une région de semi-conducteur du type N, le repère 2 une région de semi-conducteur du type P, le repère 3 une jonction PN, les repères 4 et 5 des électrodes  
10 ohmiques formées dans les régions 1 et 2, respectivement, 6 et 7 des bornes prévues sur les électrodes 4 et 5, respectivement, et 8 une couche diélectrique.

Avec cet agencement, la couche diélectrique 8 augmente ou diminue en réponse à une tension de polarisation appliquée aux bornes 6 et 7, ainsi la variation de  
15 capacité selon l'augmentation et la diminution de la couche diélectrique 8 est lue entre les bornes 6 et 7.

Cependant, un condensateur variable traditionnel utilisant un tel élément à jonction PN présente les  
20 inconvénients qui suivent :

(1) Etant donné le fait que l'on utilise, dans le condensateur variable, l'augmentation ou la diminution de la couche diélectrique à la jonction PN qui dépend de la tension de polarisation, la capacité minimale est  
25 déterminée par la concentration en impuretés dans les régions de semi-conducteur tandis que la capacité maximum est déterminée par l'augmentation de la composante de conductance. Par conséquent, il est pratiquement impossible de permettre une gamme importante de variations de la  
30 capacité quand le facteur Q est important. De plus, plus la variation de capacité est importante, plus le facteur Q est important. Par conséquent, un condensateur variable traditionnel présente des difficultés lors de la conception du circuit.

35 (2) Etant donné le fait que l'alimentation en tension de polarisation pour faire varier la capacité et la lecture de la variation de capacité sont accomplies au moyen de

bornes communes, le condensateur peut provoquer une variation non souhaitée de capacité en réponse à la tension du signal d'entrée lui-même quand le condensateur est adopté dans un circuit résonnant et autres, avec pour  
5 résultat une détérioration du signal. Par ailleurs, comme il faut un agencement de circuit spécifique où l'interférence entre la tension du signal d'entrée et la tension de polarisation est faible, le condensateur variable traditionnel est restreint à peu d'utilisations.

10 (3) La concentration en impuretés dans les régions de semi-conducteur pour déterminer la capacité de la couche diélectrique est contrôlée par un moyen de contrôle tel qu'une diffusion, une implantation d'ions et autres. Cependant, comme un tel moyen ne permet pas de réaliser  
15 un bon rendement, l'intégration dans un circuit intégré est pratiquement impossible.

La présente invention a par conséquent pour objet de résoudre de tels inconvénients, et plus particulièrement de procurer un condensateur variable où les éléments  
20 de condensateur variable comprenant une section de contrôle de couche diélectrique et une section de lecture de capacité sont formés sur un substrat semi-conducteur afin que la capacité apparaissant en toute section de lecture de capacité diffère d'une autre selon la concentra-  
25 tion des porteurs du substrat autour de la section de lecture de capacité.

Selon la présente invention, on prévoit un condensateur variable qui comprend :

- un substrat semi-conducteur ;
- 30 un certain nombre d'éléments de condensateur variable, chacun ayant une section de contrôle de couche diélectrique et une section de lecture de capacité, toutes deux formées sur le substrat ;
- un moyen d'application de tension de polarisation
- 35 pour appliquer une tension de polarisation à la section de contrôle de couche diélectrique ; et
- une source de tension variable pour appliquer la

tension de polarisation,

au moins des parties du substrat semi-conducteur où sont placées les sections de lecture de capacité ayant des concentrations différentes en porteurs.

5 L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple  
10 illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 montre une vue en coupe illustrant un condensateur variable traditionnel ;

- les figures 2, 5, 6 et 7 montrent chacune un  
15 mode de réalisation selon l'invention ;

- les figures 8 (a) et (b) montrent une vue en coupe et en plan respectivement, illustrant un autre mode de réalisation selon l'invention ; et

- les figures 3 et 4 montrent chacune un graphique  
20 expliquant la présente invention.

La présente invention sera maintenant décrite en détail en se référant au mode de réalisation préféré illustré sur les dessins.

La figure 2 montre une vue en coupe illustrant un  
25 condensateur variable selon un mode de réalisation de l'invention, où le repère 9 désigne un substrat semi-conducteur tel qu'un silicium du type N, par exemple, et les repères 10A, 10B, 10C... désignent chacun un élément de condensateur variable ayant une section 13 de lecture  
30 de capacité et une section 16 de contrôle de couche diélectrique. La section 13 de lecture de capacité comprend une région 11 du type P qui est prévue dans le substrat 9 du type N et une électrode métallique 12 formée dans la région 11 du type P tandis que la section 16 de contrôle  
35 de couche diélectrique comprend au moins une région 14 du type P prévue adjacente à la région 11 du type P et une électrode métallique 15 prévue dans la région 14 du

type P.

- Au moins les sections de lecture de capacité 13 des éléments de condensateur variable 10A, 10B, 10C... sont placées en des parties dans le substrat semi-conducteur 5 9 où les concentrations des porteurs diffèrent les unes des autres. Le substrat semi-conducteur 9 peut être formé de façon que sa concentration en porteurs augmente ou baisse graduellement dans la direction de la flèche, par exemple.
- 10 Par ailleurs, le repère  $V_B$  désigne une tension de polarisation appliquée en commun aux sections 16 de contrôle de couche diélectrique des éléments de condensateur variable respectifs 10A, 10B, 10C..., et les repères 17 et 18 désignent des bornes de lecture de capacité totale, 15 19 étant une électrode ohmique formée le long du dessous ou recto du substrat semi-conducteur.

- Avec cet agencement, la caractéristique de la capacité C de l'un des éléments de condensateur variable par rapport à la tension de polarisation  $V_B$  est telle que représentée 20 sur la figure 3. La capacité C augmente pour atteindre la valeur maximum  $C_{max}$  quand la tension de polarisation est de zéro ou proche du zéro. Cependant, tandis que la tension de polarisation est élevée vers l'arrière par de lents degrés jusqu'à ce qu'elle représente la valeur particulière 25  $V_t$  (valeur de seuil) de l'élément, la capacité C baisse rapidement pour atteindre la valeur minimum  $C_{min}$  et est ensuite maintenue à cette condition. La valeur de seuil  $V_t$  varie selon la concentration en porteurs du substrat semi-conducteur 9 à la partie où l'élément de condensateur 30 variable (au moins la section de lecture de capacité) est placé.

- Par conséquent, quand une tension de polarisation est couramment appliquée aux éléments de condensateur variable, ayant des valeurs différentes de seuil qui sont intégrées 35 en parallèle dans le substrat semi-conducteur 9 comme on peut le voir sur la figure 2, la caractéristique de capacité totale semble varier d'une façon échelonnée comme le montre

la figure 4 où les caractéristiques respectives comme le montre la figure 3 sont continuellement connectées.

Si la capacité maximum respective  $C_{\max}$  des éléments de condensateur variable 10A, 10B, 10C est déterminée  
5 comme étant faible et qu'un certain nombre d'éléments de condensateur variable 10A, 10B, 10C sont intégrés, les largeurs des échelons dans la caractéristique de la figure 4 deviennent plus petites, afin d'obtenir ainsi une variation raide et précise. En conséquence, la proportion  $C_{\max}/C_{\min}$   
10 peut être amenée à une valeur élevée et la gamme de variation totale de la capacité peut être rendue importante. Par ailleurs, comme il n'y a que certains des éléments qui sont actionnés sensitivement en réponse à la tension de polarisation dans une certaine gamme tandis que les autres  
15 sont maintenus à  $C_{\max}$  ou  $C_{\min}$  pour maintenir ainsi une condition stable selon la variation de la tension de polarisation, la variation du facteur Q peut être maintenue à une faible valeur.

La caractéristique de la capacité C par rapport  
20 à la tension de polarisation  $V_B$  peut être déterminée comme on le souhaite en contrôlant la graduation de la concentration des porteurs du substrat semi-conducteur 9.

La figure 5 montre un autre mode de réalisation selon l'invention où la section 13 de lecture de capacité a  
25 une structure appelée MIS, qui comprend une couche isolante 20 telle qu'une couche oxydante, par exemple, qui est formée sur le substrat semi-conducteur 9 et une électrode 21 formée sur la couche isolante.

La figure 6 montre un autre mode de réalisation selon  
30 l'invention où la section 13 de lecture de capacité a une structure formant barrière de Schottky comprenant une barrière métal-semi-conducteur formée entre le substrat semi-conducteur 9 et un métal souhaité 22 prévu au-dessus.

Comme on l'a décrit ci-dessus, la section 13 de  
35 lecture de capacité peut avoir une structure à jonction PN, une structure MIS ou une structure à barrière de Schottky. Cependant, la section 16 de contrôle de couche

diélectrique peut également avoir l'une de ces structures.

Quand les sections 13 et 16 sont arrangées pour former des jonctions PN dans le substrat semi-conducteur, toute forme souhaitée de conduction peut être choisie. Par  
5 ailleurs, en maintenant la concentration des porteurs du substrat semi-conducteur à une valeur constante et en dopant partiellement au moyen de concentrations d'un porteur différent d'une façon telle qu'une implantation d'ions et autres, il est possible de produire des parties pour  
10 obtenir des éléments de condensateur variable ayant des concentrations différentes en porteurs. En effet, tout moyen pour arranger les concentrations des porteurs de façon qu'elles diffèrent relativement peut être adopté.

La figure 7 montre un autre mode de réalisation  
15 selon l'invention où des régions d'isolement 23 sont formées entre des éléments de condensateur variable respectifs adjacents 10A, 10B, 10C, ... . Les régions isolantes 23 peuvent être formées de tout matériau isolant comme une couche oxydante, du verre et autres ou  
20 autrement, elles peuvent être construites comme structures d'isolement d'air en prévoyant des espaces vides.

En formant ainsi les régions isolées 23, des interférences électriques entre les éléments adjacents respectifs, c'est-à-dire une variation du facteur Q, par exemple,  
25 peuvent être empêchées.

Bien que les éléments de condensateur variable dans les modes de réalisation ci-dessus décrits soient agencés pour avoir des valeurs différentes de seuil, ils ne sont pas restreints à un tel agencement. Par exemple,  
30 on peut les répartir en certains groupes avec des valeurs de seuil différentes pour les groupes respectifs.

Par ailleurs, les éléments ne doivent pas nécessairement être disposés de façon que les valeurs de seuil varient graduellement et régulièrement vers une certaine  
35 direction horizontale du substrat semi-conducteur. Comme les sections de contrôle de couche diélectrique des éléments respectifs sont couramment alimentées de la même tension

de polarisation, il est possible de toujours obtenir la caractéristique représentée sur la figure 4 où la capacité varie de façon échelonnée même si des éléments ayant des valeurs de seuil différentes sont disposés  
5 au hasard.

Les figures 8 (a) et (b) montrent un autre mode de réalisation selon l'invention, illustrant une structure (a) où les sections 16 de contrôle de couche diélectrique et les sections 13 de lecture de capacité sont alterna-  
10 tivement placées, et son motif des électrodes (b) où les repères 13A et 16A désignent les électrodes des sections 13 et 16, respectivement.

Comme cela est apparent à la lecture de la description, la présente invention, agencée de façon qu'un certain  
15 nombre d'éléments de condensateur variable, chacun ayant une section de contrôle de couche diélectrique et une section de lecture de capacité, soient placés en des parties d'un substrat semi-conducteur dont les concentrations en porteurs diffèrent, permet d'atteindre les effets  
20 qui suivent :

(1) la variation de capacité est contrôlée avec précision sur une large gamme parce que la caractéristique de variation de capacité par rapport à la tension de polarisation peut être conçue comme on le souhaite.

25 (2) il est possible de restreindre la variation du facteur Q à une valeur aussi faible que cela permette de concevoir une large gamme de variations de capacité.

(3) la variation de capacité provoquée par le signal d'entrée lui-même est retenue à une faible valeur ce qui  
30 a pour résultat une détérioration extrêmement faible du signal parce que la borne de la tension de polarisation et la borne de lecture de capacité sont prévues indépendamment.

(4) on peut s'attendre à un meilleur rendement parce  
35 qu'il n'est pas nécessaire de prévoir une implantation d'ions en tant que moyen de contrôle des impuretés.

(5) étant intégré dans un substrat commun au circuit intégré semi-conducteur, le condensateur variable permet à la pièce d'être de plus petite dimension et de poids plus léger, contribuant ainsi à la réduction du prix de production.

# REVENDICATIONS

---

1. Condensateur variable, caractérisé en ce qu'il comprend :

un substrat semi-conducteur (9) ;

5 un certain nombre d'éléments de condensateur variable (10A, 10B, 10C), chacun ayant une section de contrôle de couche diélectrique (16) et une section de lecture de capacité (13) toutes deux formées sur ledit substrat ;

un moyen d'application de tension de polarisation (16, 17) pour appliquer une tension de polarisation auxdites  
10 sections de contrôle de couche diélectrique ; et

une source de tension variable ( $V_P$ ) pour appliquer ladite tension de polarisation,

au moins des parties dudit substrat semi-conducteur où sont placées lesdites sections de lecture de capacité  
15 ayant des concentrations en porteurs qui diffèrent les unes des autres.

2. Condensateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la concentration en porteurs dans le substrat semi-conducteur précité augmente ou baisse graduellement  
20 dans une certaine direction.

3. Condensateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que des régions isolées (23) sont prévues entre des éléments de condensateur variable adjacents respectifs.

4. Condensateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la section de  
25 contrôle de couche diélectrique précitée a une structure de jonction PN.

5. Condensateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la section de contrôle  
30 de couche diélectrique précitée a une structure MIS.

6. Condensateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la section de contrôle de couche diélectrique précitée a une structure de barrière de Schottky.

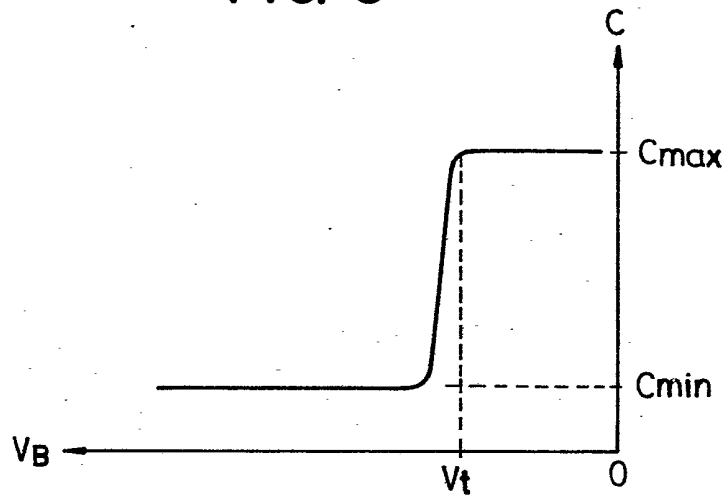
7. Condensateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la section de lecture de capacité précitée a une structure de jonction PN.

5 8. Condensateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la section de lecture de capacité précitée a une structure MIS.

9. Condensateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la section de lecture de capacité précitée a une structure de barrière de  
10 Schottky.



**FIG. 3**



**FIG. 4**

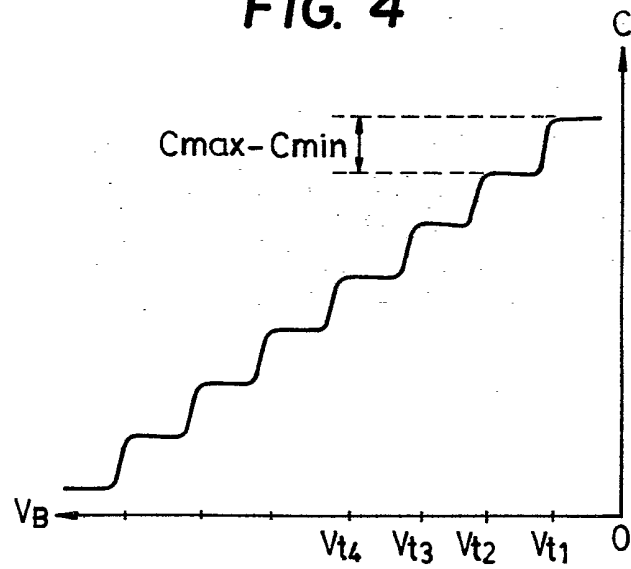


FIG. 5

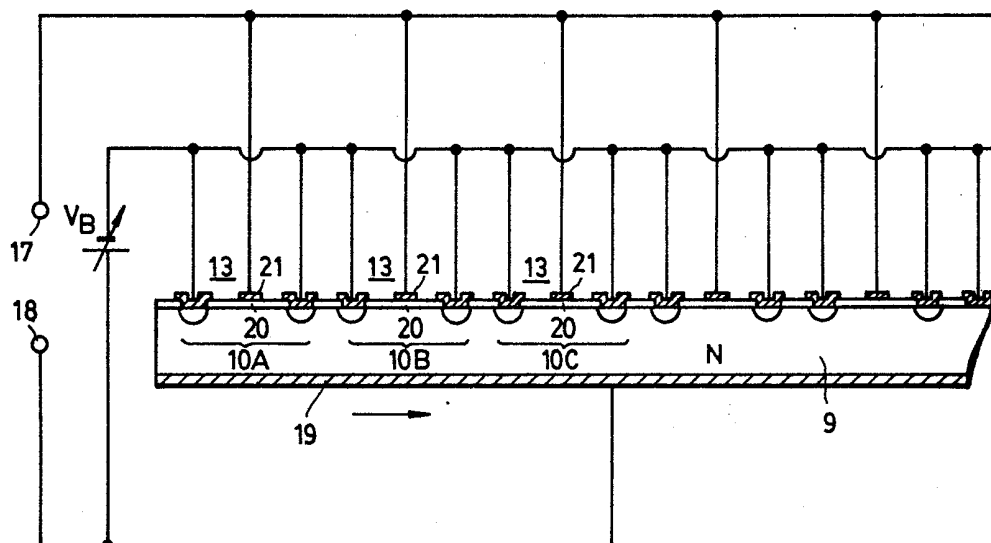
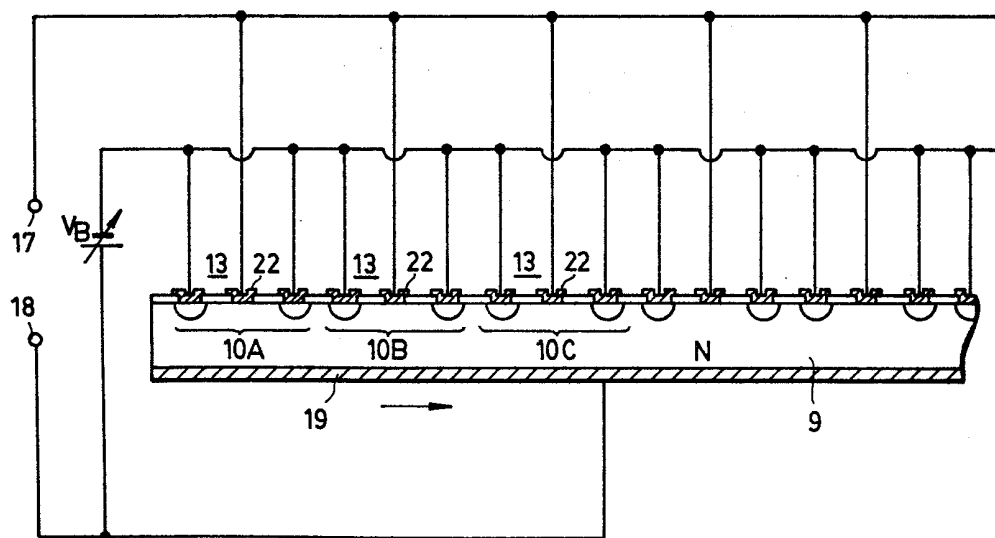
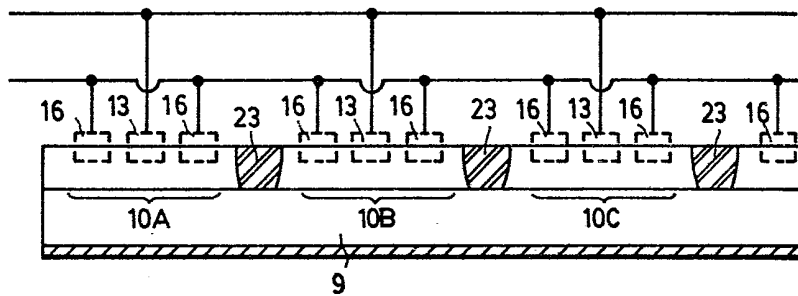


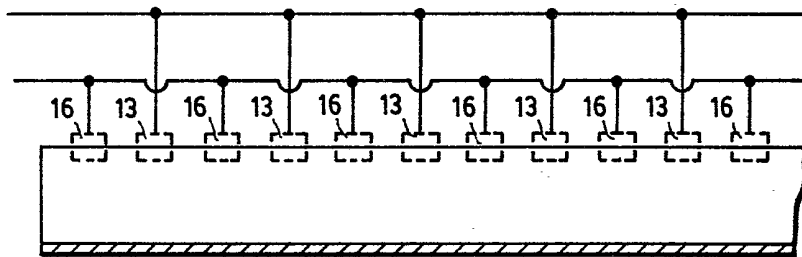
FIG. 6



**FIG. 7**



**FIG. 8 (a)**



**FIG. 8 (b)**

