

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②

**N° 80 27629**

---

⑤④ Dispositif paramétrique à onde acoustique de surface.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). H 03 H 9/25.

②② Date de dépôt..... 26 décembre 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : Japon, 27 décembre 1979, n° 169299/1979.

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 3-7-1981.

---

⑦① Déposant : Société dite : CLARION CO., LTD, résidant au Japon.

⑦② Invention de : Shoichi Minagawa et Takeshi Okamoto.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,  
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte à un dispositif paramétrique à onde acoustique de surface à utiliser dans un dispositif sélecteur de fréquence variable. Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un dispositif paramétrique à onde acoustique de surface où une région d'interaction paramétrique a une forme correspondant à une caractéristique de fréquence de sortie souhaitée, afin de permettre ainsi de pouvoir concevoir, comme on le souhaite, une caractéristique de fréquence du dispositif sélecteur de fréquence variable.

L'un des inventeurs de la présente invention a déjà révélé, dans la publication du brevet japonais n°54-41089 (1979), un dispositif à onde acoustique de surface ayant une fonction de sélection de fréquence variable comme cela est illustré sur la figure 1.

Sur la figure 1, le repère 1 désigne un substrat semi-conducteur et une pellicule isolante 2 et une couche piézo-électrique 3 sont feuilletées sur le substrat semi-conducteur 1. Une électrode de pompage carrée 4 à laquelle sont appliquées une tension continue de polarisation et une tension de pompage et des transducteurs d'entrée et de sortie 5 et 6 sont agencés sur la couche piézo-électrique 3.

Le repère 7 désigne une source d'alimentation en courant continu pour appliquer une tension continue de polarisation, le repère 8 désigne une inductance pour le blocage du courant alternatif, le repère 9 désigne une source de courant à haute fréquence pour appliquer une tension de pompage, le repère 10 désigne un condensateur pour le blocage du courant continu et les repères 11 et 12 désignent des organes absorbant l'onde acoustique de surface pour empêcher sa réflexion non souhaitée aux

extrémités du dispositif.

La tension continue de polarisation est appliquée de la source 7 à l'électrode de pompage 4 afin de créer une capacité de couche diélectrique appropriée en une  
5 partie de surface du substrat semi-conducteur 1 sous l'électrode de pompage 4. Par ailleurs, la tension de pompage à une fréquence  $2f_0$  qui est le double de celle d'une fréquence centrale  $f_0$  d'une bande de fréquences  
10 souhaitée, est appliquée par la source 9 de courant à haute fréquence à l'électrode de pompage 4 afin que la capacité de la couche diélectrique soit forcée à osciller et soit modulée à la fréquence  $2f_0$ .

Quand un signal électrique est appliqué au transducteur d'entrée 5 sur bande large, ce signal est  
15 converti en un signal d'onde acoustique de surface qui se propage à la surface de la couche piézo-électrique 3 vers la droite et vers la gauche en regardant la figure 1.

Si une composante du signal d'entrée d'onde acoustique de surface 13 se propageant vers la droite, qui  
20 a une fréquence autour de  $f_0$ , passe par une région de fonctionnement sous l'électrode de pompage 4, son potentiel piézo-électrique est soumis à une interaction paramétrique avec la tension de pompage du fait de l'effet de non-linéarité de la capacité de la couche diélectrique à la  
5 surface du substrat semi-conducteur 1, ainsi la composante est amplifiée. Ce signal amplifié d'onde acoustique de surface 14 est converti et émis sous forme d'un signal électrique par le transducteur de sortie 6.

En même temps, un signal d'onde acoustique de  
30 surface 15, à une fréquence  $f_i$  ( $f_i = 2f_0 - f_s$ ,  $f_s$  étant la fréquence du signal d'entrée ou reçu), correspondant à l'amplitude du signal d'entrée d'onde acoustique de surface 13, est également produit par l'électrode de pompage 4 et se propage vers la gauche en regardant la  
35 figure 1. Ce signal 15 peut également être émis en tant que signal de sortie.

Les courbes de fréquence 14a, 15a, 14b et 15b

des signaux respectifs de sortie 14 et 15 sont illustrées sur les figures 2 et 3, en relation avec le signal d'entrée 13 dont l'amplitude est indiquée comme étant de 1 sur les figures. La figure 2 montre le cas où la tension de pompage 5 est relativement faible et la figure 3 montre le cas où elle est relativement importante.

Comme cela est apparent sur les figures 2 et 3 où la fréquence est indiquée en abscisse et la sortie en ordonnées, dans un dispositif à onde acoustique de surface ayant une 10 électrode de pompage carrée, une réponse à une bande passante du signal et une réponse parasite sont sensiblement déterminées quand une sortie à une fréquence centrale souhaitée  $f_0$  est choisie. Pour cette raison, quand on utilise le dispositif à onde acoustique de surface traditionnel comme dis- 15 positif sélecteur de fréquence, la caractéristique de fréquence ne peut être étudiée librement. Et cependant, la réponse parasite est toujours trop élevée pour une utilisation dans la pratique.

La présente invention a par conséquent pour objet un 20 dispositif paramètre à onde acoustique de surface capable de surmonter les inconvénients du dispositif traditionnel.

La présente invention a pour autre objet plus spécifique un dispositif paramètre à onde acoustique de surface capable d'adapter la réponse dans une bande passante du signal pour 25 une spécification souhaitée et de réduire la réponse parasite à une étendue négligeable dans un usage pratique, quand le dispositif est utilisé comme sélecteur de fréquence.

Selon la présente invention, on prévoit un dispositif paramétrique à onde acoustique de surface qui comprend :

30 un feuilletage formé d'une couche de semi-conducteur et d'une couche piézo-électrique ;

un moyen pour appliquer une tension de pompage au feuilletage ;

un moyen pour appliquer une onde acoustique de surface 35 au feuilletage ;

un moyen pour émettre une onde acoustique de surface soumise à une interaction paramétrique, ce feuilletage ayant une région d'interaction paramétrique dont la largeur perpen-

diculaire à une direction de propagation de l'onde acoustique de surface varie , dans la direction de propagation de cette onde, selon la caractéristique de fréquence souhaitée de l'onde acoustique de surface de sortie.

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 illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

10 - la figure 1 est une vue en perspective d'un dispositif à onde acoustique de surface traditionnel ;

- les figures 2 et 3 sont des courbes des fréquences de sortie du dispositif de la figure 1 : la figure 2 montrant le cas d'une tension de pompage relativement faible et la figure 15 3 montrant le cas d'une tension de pompage relativement importante ;

- la figure 4A est une forme d'onde montrant une impulsion idéale utilisée pour la conception des régions d'interaction paramétrique, le temps étant indiqué en abscisses et le signal d'entrée en ordonnées ;

20 - la figure 4B est une courbe montrant un exemple d'une réponse dans le temps quand l'impulsion idéale de la figure 4A est appliquée au dispositif de la figure 1, le temps étant indiqué en abscisses et le signal de sortie en ordonnées ;

- la figure 5A est une courbe de fréquence d'une onde acoustique de surface d'entrée idéale, la fréquence étant indiquée en abscisses et l'amplitude en ordonnées ;

30 - la figure 5B est une courbe montrant un spectre de fréquences d'une sortie d'onde acoustique de surface vers l'arrière ou de retour quand l'onde acoustique de surface d'entrée idéale de la figure 5A est appliquée au dispositif de la figure 1, la fréquence étant indiquée en

abscisses et l'amplitude en ordonnées;

- la figure 6A montre des formes d'onde d'un exemple d'une impulsion à haute fréquence employée dans la pratique au lieu de l'impulsion idéale de la figure 4A, le temps étant indiqué en abscisses et le signal d'entrée en ordonnées;

- la figure 6B est une courbe montrant un exemple de la réponse dans le temps quand l'impulsion à haute fréquence de la figure 6A est appliquée au dispositif de la figure 1, le temps étant indiqué en abscisses et le signal d'entrée en ordonnées;

- la figure 7A est une courbe de fréquence d'une onde acoustique de surface d'entrée employée dans la pratique à la place de l'onde acoustique de surface d'entrée idéale de la figure 5A, la fréquence étant indiquée en abscisses et le signal de sortie en ordonnées;

- la figure 7B est une courbe montrant un spectre de fréquences d'une sortie d'onde acoustique de surface de retour quand l'onde acoustique de surface d'entrée de la figure 7A est appliquée au dispositif de la figure 1, la fréquence étant indiquée en abscisses et le signal de sortie en ordonnées;

- la figure 8 est une vue schématique d'une forme d'un dispositif paramétrique à onde acoustique de surface employant la présente invention, montrant en perspective son feuilletage;

- la figure 9 est une courbe montrant la caractéristique de fréquence d'un filtre passe-bande idéal, la sortie étant indiquée en ordonnées ;

- la figure 10 est une courbe montrant la réponse dans le temps en relation de transformation de Fourier avec la caractéristique de fréquence de la figure 9, la réponse dans le temps étant indiquée en ordonnées ;

- la figure 11 est une vue en plan d'un exemple d'une électrode de pompage formée de façon à correspondre à la réponse dans le temps de la figure 10 ;

- la figure 12A est une courbe caractéristique

montrant la réponse impulsionnelle de la caractéristique de la figure 10 avec une partie de forme d'onde autre que -  $\Pi(x) \llcorner \Pi$  retirée ;

5 - les figures 12B et 12C sont des vues en plan d'autres exemples d'électrodes de pompage formées afin de correspondre à la réponse impulsionnelle de la figure 12A ;

10 - la figure 13 est une courbe d'un exemple d'une caractéristique de fréquence de sortie obtenue en appliquant les agencements des figures 12B et 12C au dispositif de la figure 8 ;

- la figure 14A est une courbe caractéristique montrant un autre exemple de la réponse impulsionnelle, en ordonnées, appliqué à la présente invention ;

15 - la figure 14B est une vue en plan d'un exemple d'une électrode de pompage formée de façon à correspondre à la réponse impulsionnelle de la figure 14A ; et

20 - la figure 15 est une courbe montrant la caractéristique de fréquence de sortie quand l'électrode de pompage de la figure 14B est appliquée au dispositif de la figure 8, la réponse en fréquence étant indiquée en ordonnées.

25 Selon une théorie courante de circuit électrique, une courbe de fréquence de sortie d'un circuit linéaire peut être obtenue par transformation de Fourier de la réponse dans le temps (changement avec le temps) à une sortie quand une impulsion est appliquée à une entrée.

30 Par conséquent, si une réponse dans le temps ayant une relation de transformation de Fourier avec une caractéristique de fréquence souhaitée est d'abord obtenue et que le circuit linéaire est formé de façon que la réponse dans le temps puisse être égale à la réponse impulsionnelle, on peut obtenir un signal de sortie ayant la caractéristique de fréquence souhaitée.

35 Cette théorie sera maintenant décrite en plus de détail en se référant à son application au dispositif traditionnel de la figure 1, et en se référant aux figures 4A à 7B.

Dans le dispositif paramétrique à onde acoustique de surface illustré sur la figure 1, l'interaction paramétrique est établie pour ne pas être trop importante, et une impulsion idéale  $e_1$  d'une durée zéro comme on peut le voir sur la figure 4A est appliquée au transducteur d'entrée 5 pendant le temps  $t=0$ . La réponse dans le temps  $I_1$  d'un signal de sortie 15 (ayant une fréquence  $f_i$ ) des deux signaux résultants d'onde acoustique de surface émis vers la droite et vers la gauche par l'électrode de pompage 4, qui se déplace dans une direction opposée à celle de l'onde acoustique de surface d'entrée 13 est représentée sur la figure 4B. Sur la figure 4B, le temps  $t_1$  est un temps requis pour que le signal d'onde acoustique de surface ait un mouvement réciproque entre le transducteur d'entrée 5 et une extrémité proche 4' de l'électrode de pompage 4 et le temps  $t_2$  est un temps requis pour que le signal d'onde acoustique de surface ait un mouvement réciproque entre le transducteur d'entrée 5 et l'extrémité éloignée 4'' de l'électrode de pompage 4.

L'impulsion d'entrée  $e_1$  et la réponse  $I_1$  seront décrites en plus de détail. L'impulsion idéale  $e_1$  contient des composantes de fréquence illimitées. Quand cette impulsion  $e_1$  est appliquée par le transducteur d'entrée 5, seules les composantes, parmi les composantes illimitées, qui ont une fréquence autour de  $f_0$  (quand la fréquence de pompage est  $2f_0$ ) sont soumises à une interaction paramétrique et émis en tant que signal d'onde acoustique de surface de retour 15 qui se déplace de façon opposée au signal d'onde acoustique de surface d'entrée 13. L'enveloppe obtenue en démodulant la modulation d'amplitude des composantes de fréquence du signal de sortie est illustrée sur la figure 4B sous forme de la réponse dans le temps de sortie  $I_1$ .

Quand un signal  $e_2$  ayant une amplitude constante et contenant une fréquence  $f_0$  comme cela est illustré sur la figure 5A est appliqué, au lieu de l'impulsion  $e_1$ , au transducteur d'entrée 5, le signal d'onde acoustique de sortie de retour 15 a un spectre de fréquences 15c tel que représenté sur la figure 5B. Le spectre 15c de la

figure 5B correspond à la caractéristique de fréquence de sortie représentée en 15a sur la figure 2.

Le spectre de fréquences 15c correspond au résultat de la transformation de Fourier de la réponse dans le temps  $I_1$ .

En supposant maintenant que le spectre de fréquences 15c représenté sur la figure 5B a la caractéristique de fréquence souhaitée, c'est la réponse  $I_1$  de la figure 4B qui est en relation de transformation de Fourier avec la caractéristique souhaitée, et le circuit linéaire présentant la réponse  $I_1$ , c'est-à-dire le dispositif paramétrique à onde acoustique de surface, est le dispositif ayant l'électrode de pompage carrée 4 illustré sur la figure 1.

Cependant, l'impulsion idéale décrite ci-dessus est en fait inutilisable dans la pratique. Par conséquent, une impulsion à haute fréquence  $e_1$  ayant une fréquence porteuse  $f_0$  et une durée  $t$  ( $t \ll t_2 - t_1$ ) comme on peut le voir sur la figure 6A, est utilisée.

Dans ce cas, la réponse dans le temps  $I_1$  du signal de sortie de retour 15 est telle que représentée sur la figure 6B. Quand la réponse  $I_1$  est soumise à une démodulation de sa modulation d'amplitude, l'enveloppe obtenue est sensiblement la même que celle représentée sur la figure 4B. La fréquence porteuse du signal de sortie  $I_1$  de la figure 6B est  $f_i = 2f_0 - f_0 = f_0$ .

En comparaison avec le signal  $e_2$  ayant une amplitude constante comme on peut le voir sur la figure 5A, un signal réel  $e_2$  a une tendance à l'atténuation d'amplitude à des parties de fréquence qui sont éloignées d'une fréquence centrale  $f_0$ .

Cependant, un tel signal  $e_2$  est appliqué par le transducteur 5, un spectre de fréquences 15c' d'un signal résultant de sortie de retour est semblable à celui représenté sur la figure 7B. Le spectre 15c' est sensiblement le même que celui de la figure 5B.

Dans la pratique, en étudiant un dispositif paramétrique à onde acoustique de surface selon la

caractéristique de fréquence souhaitée (en étudiant une électrode de pompage), on emploie des signaux ayant une amplitude constante comme on peut le voir sur les figures 6A et 7A.

5 On décrira maintenant en détail la présente invention basée sur la technique ci-dessus décrite, en se référant au mode de réalisation illustré à partir de la figure 8.

10 Sur ces figures, les mêmes pièces ou pièces identiques à celles de la figure 1 sont indiquées par les mêmes repères ou repères semblables.

15 Sur la figure 8, le repère 1 désigne un substrat semi-conducteur fait, par exemple, en silicium (Si). Une pellicule isolante 2 et une couche piézo-électrique 3 sont disposées sur le substrat semi-conducteur 1 dans cet ordre, pour former un feuilletage.

20 La pellicule isolante 2 est utilisée pour la passivation de surface du substrat semi-conducteur 1 et est formée, par exemple, en bioxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ). La couche piézo-électrique 3 est formée d'un matériau piézo-électrique tel que de l'oxyde de zinc (ZnO), du nitrure d'aluminium (AlN), et autres.

25 Un transducteur d'entrée 5 et un transducteur de sortie 6 sont disposés sur le feuilletage en des positions proches de ses extrémités opposées, respectivement. Ces transducteurs 5 et 6 sont adaptés pour avoir une caractéristique de bande suffisamment large.

30 Sur un trajet de propagation pour l'onde acoustique de surface entre le transducteur d'entrée 5 et le transducteur de sortie 6 est prévue une électrode de pompage M formée selon la technique ci-dessus décrite. Les processus pour former l'électrode seront décrits en détail ci-après.

35 Le repère 7 désigne une source de courant continu pour appliquer une tension continue de polarisation, le repère 8 désigne une inductance de blocage du courant alternatif, le repère 9 est une source de courant à haute

fréquence pour appliquer une tension de pompage, et le repère 10 est un condensateur de blocage de courant continu.

5 Les repères 11 et 12 désignent des organes absorbant l'onde acoustique de surface pour empêcher une réflexion non souhaitée de l'onde acoustique de surface aux extrémités du dispositif.

10 On décrira maintenant les processus pour étudier une région d'interaction paramétrique ou une électrode de pompage  $M$ , en se référant à la technique donnée ci-dessus.

15 On suppose maintenant qu'une caractéristique de fréquence souhaitée est la caractéristique de fréquence  $E_2$  d'un filtre passe-bande idéal ayant une largeur de bande  $B$  comme on peut le voir sur la figure 9. Quand on obtient une réponse dans le temps  $I_2$  en relation de transformation de Fourier avec cette fréquence  $E_2$ , c'est sous la forme de  $\sin x/x$  et elle s'étend infiniment latéralement comme on peut le voir sur la figure 10.

20 On notera que l'amplitude d'un signal de sortie d'onde acoustique de surface  $SAW_3$  produit par une impulsion  $e_1$  est sensiblement proportionnelle à la dimension de la région d'interaction paramétrique ou la largeur de l'électrode de pompage dans une direction perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde acoustique de surface quand la tension de pompage est relativement  
25 faible. Par conséquent, afin d'équilibrer la réponse dans le temps  $I_2$  avec la réponse impulsionnelle, la largeur de l'électrode de pompage peut être formée de façon à se conformer à la forme d'onde de la réponse  $I_2$  en correspon-  
30 dance avec elle. La figure 11 montre un exemple d'une électrode de pompage  $M_2$  formée selon cette idée. Les sommets ou jonctions des organes respectifs  $m_2$ ,  $m'_2$ ,  $m''_2$  de l'électrode formant l'électrode de pompage  $M_2$  sont électriquement isolés. Sur la figure 11, le repère 16 désigne un circuit  
35 inverseur de phase pour changer la phase de la tension de pompage de  $180^\circ$ . Comme on peut le voir sur la figure 11, l'électrode de pompage  $M_2$  correspondant au filtre passe-bande

idéal (figure 9) s'étend à l'infini en direction latérale sur la figure 11. Par conséquent, il est pratiquement impossible d'appliquer cette électrode de pompage  $M_2$  au dispositif de la figure 8, parce que cela augmente  
 5 infiniment la dimension du feuilletage.

Pour ces raisons, une caractéristique de filtrage (caractéristique de sélection de fréquence) peut être détériorée tant que cela ne pose de problème en utilisation pratique pour permettre la sélection d'une longueur  
 10 appropriée pour l'électrode de pompage afin d'atteindre la caractéristique optimale dans la restriction.

On décrira maintenant un exemple de conception de région d'interaction paramétrique utilisable dans la pratique, c'est-à-dire la forme de l'électrode de pompage.

15 La figure 12A montre la réponse impulsionnelle  $I_3$  correspondant à la réponse dans le temps qui correspond à la réponse dans le temps de  $\sin x/x$  de la figure 10, avec des parties de forme d'onde autres que  $-\pi < x < \pi$  retirées. Les exemples de l'électrode de pompage formée  
 20 afin de correspondre à la réponse impulsionnelle  $I_3$  sont tels qu'indiqués sur les figures 12B et 12C. La lettre L sur la figure 12B est exprimée par  $L = \{(t_2 - t_1)/2\} \times V$  (V : vitesse du son de l'onde acoustique de surface).  
 25 Pour application au dispositif de la figure 8, on emploie une électrode de pompage formée de façon symétrique comme cela est illustré sur la figure 12C.

Quand l'électrode de pompage  $M_3$  telle que représentée sur la figure 12C est appliquée au dispositif de la figure 8, la caractéristique du signal de sortie d'onde acoustique  
 30 de surface SAW<sub>3</sub> devient celle souhaitée qui est représentée sur la figure 13.

Quand cette caractéristique de fréquence  $E_3$  est comparée à la caractéristique de fréquence  $E_2$  du filtre passe-bande idéal que l'on peut voir sur la figure 9,  
 35 on peut voir une détérioration de la caractéristique de genou du filtre, mais la réponse parasite est réduite de façon marquée en comparaison avec celle du dispositif

connu représenté sur la figure 2, au point qu'elle est négligeable en usage pratique.

Par conséquent, l'électrode de pompage  $M_3$  que l'on peut voir sur la figure 12C est applicable comme électrode de pompage pour un dispositif paramétrique à onde acoustique de surface produisant la caractéristique de fréquence souhaitée  $E_3$ .

Les figures 14A et 14B montrent un autre exemple de conception de l'électrode de pompage. Dans cet exemple, la caractéristique de fréquence souhaitée est en terme de la fonction de Gauss  $e^{-2\eta^2 f^2}$  et la forme de l'électrode de pompage  $M_4$  est produite de façon à rendre la réponse impulsionnelle égale à la réponse dans le temps  $I_4$  en relation de transformation de Fourier avec la fonction de Gauss.

Dans cet exemple, en comparaison avec la caractéristique  $E_2$  du filtre passe-bande idéal, on peut reconnaître une légère détérioration de la caractéristique de genou du filtre, mais il y a amélioration de la réponse parasite. De plus, la forme et la dimension des électrodes de pompage  $M_1, M_2$ , peut être choisie dans une gamme pratique. Ainsi, cet exemple peut s'appliquer comme électrode de pompage pour le dispositif paramétrique à onde acoustique de surface de la figure 8.

Les deux exemples ci-dessus que l'on peut voir sur les figures 12A à 15 sont des exemples avec des tensions de pompage faible. Quand la tension de pompage est importante et que l'interaction paramétrique est importante, la relation entre la réponse impulsionnelle et la forme de la région d'interaction paramétrique (électrode de pompage) s'écarte quelque peu de la relation proportionnelle. Si l'on considère un effet de cette déviation, la forme de la région d'interaction paramétrique (électrode de pompage) pour obtenir la caractéristique de fréquence souhaitée peut être étudiée d'une façon semblable à celle ci-dessus décrite.

Bien que les exemples ci-dessus aient été décrits

en se référant au cas où une onde de sortie de retour indiquée par  $SAW_3$  sur la figure 8 est dérivée comme sortie d'onde acoustique de surface, une conception semblable peut s'appliquer à un cas où une onde acoustique de surface de sortie  $SAW_2$  dans la même direction que l'onde acoustique de surface d'entrée  $SAW_1$  est dérivée comme sortie.

Cependant, dans le cas de l'onde  $SAW_2$ , une composante du signal ayant une fréquence à laquelle il n'y a pas d'interaction paramétrique est émise telle qu'elle est, sans être soumise à une modulation, et par conséquent, il y a quelque peu réduction de l'effet d'amélioration de la réponse parasite.

Le dispositif paramétrique à onde acoustique de surface selon la présent invention est construit comme on l'a décrit ci-dessus et fonctionne comme suit :

une tension continue de polarisation d'une valeur appropriée est appliquée à l'électrode de pompage M par la source de courant continu 7, pour produire une capacité de couche diélectrique appropriée à la surface du substrat semi-conducteur 1 sous l'électrode de pompage M. De plus, une tension de pompage à une fréquence  $2f_0$ , double d'une fréquence centrale  $f_0$  à la bande de sélection de fréquences souhaitée est appliquée à l'électrode de pompage M par la source de courant à haute fréquence 9 pour exciter la capacité de couche diélectrique comme on l'a décrit ci-dessus à la fréquence  $2f_0$  et moduler cette capacité à la fréquence  $2f_0$ .

Par ailleurs, un signal électrique d'entrée appliqué au transducteur d'entrée sur bande large 5 est converti en une onde acoustique de surface et se propage à la surface de la couche piézo-électrique 3 vers la droite et vers la gauche en regardant la figure 8, à partir du transducteur d'entrée 5.

Dans le cours de la propagation d'une composante du signal ayant une fréquence autour de la fréquence  $f_0$  du signal d'entrée d'onde acoustique de surface  $SAW_1$  se propageant vers la droite, à travers la région d'interaction

paramétrique en dessous de l'électrode de pompage M, le potentiel piézo-électrique est soumis à l'interaction paramétrique avec la tension de pompage par l'effet de non linéarité de la capacité de couche diélectrique à la surface du substrat semi-conducteur 1 et la composante est simplifiée afin de produire une onde acoustique de surface de sortie de l'électrode de pompage M vers la droite et vers la gauche en regardant la figure 8.

L'onde acoustique de surface de sortie  $SAW_2$  se déplaçant dans la même direction que l'onde acoustique de surface d'entrée  $SAW_1$  est convertie en un signal électrique par le transducteur de sortie 6 et est émise vers l'extérieur.

L'onde acoustique de surface de sortie  $SAW_3$  se déplaçant dans la direction opposée à celle de l'onde  $SAW_1$  est dérivée vers l'extérieur sous forme d'un signal électrique en utilisant le transducteur d'entrée 5 ou autre moyen approprié, comme un moyen de sortie ayant un coupleur à plusieurs bandes (comme cela est révélé dans la demande de brevet au Japon No. 54-64923/1979).

Comme la forme de la région d'interaction paramétrique, c'est-à-dire de l'électrode de pompage M est formée de façon à correspondre à la caractéristique de fréquence souhaitée, seule la composante de signal de l'onde acoustique de surface d'entrée  $SAW_1$  qui correspond à la caractéristique de fréquence souhaitée est sélectivement émise en tant qu'onde acoustique de surface  $SAW_2$  ou  $SAW_3$ .

Par exemple, l'onde acoustique de surface de sortie  $SAW_3$  en direction opposée à celle de l'onde acoustique de surface d'entrée  $SAW_1$  est émise sous forme d'un signal ayant la caractéristique de fréquence souhaitée que l'on peut voir sur la figure 13 ou la figure 15, et le dispositif paramétrique à onde acoustique de surface fonctionne comme un filtre passe-bande souhaité.

Pour l'onde acoustique de surface de sortie  $SAW_2$  dans la même direction que l'onde acoustique de surface d'entrée  $SAW_1$ , sa réponse parasite est quelque peu inférieure à celle de l'onde acoustique de surface de sortie  $SAW_3$ .

mais elle est également émise sous forme d'un signal ayant la caractéristique de fréquence souhaitée.

5 Comme on l'a décrit ci-dessus, selon l'invention, la forme de la région d'interaction paramétrique, c'est-à-dire de l'électrode de pompage, est formée de façon à correspondre à une caractéristique de fréquence souhaitée de l'onde acoustique de surface de sortie. Quand ce dispositif paramétrique à onde acoustique de surface est utilisé comme dispositif sélecteur de fréquence variable 10 (un filtre passe-bande), il est très avantageux de pouvoir le concevoir de façon à se conformer à toute caractéristique de fréquence de sortie souhaitée.

15 En plus de l'avantage ci-dessus décrit, le dispositif paramétrique à onde acoustique de surface selon l'invention présente les avantages qu'a généralement un dispositif à onde acoustique de surface. Par exemple, le dispositif a une caractéristique d'accord variable sur une large gamme de fréquences, la stabilité de la fréquence centrale de sortie peut être déterminée par la stabilité 20 d'une source externe de courant de pompage, et le rapport signal/bruit est très excellent.

25 Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Dispositif paramétrique à onde acoustique de surface caractérisé en ce qu'il comprend :

un feuilletage formé d'une couche de semi-conducteur (1) et d'une couche piézo-électrique (3) ;

5 un moyen (9) pour appliquer une tension de pompage audit feuilletage ;

un moyen (5) pour appliquer une onde acoustique de surface audit feuilletage ; et

10 un moyen (6) pour émettre une onde acoustique de surface soumise à une interaction paramétrique ;

ledit feuilletage ayant une région d'interaction paramétrique ayant une largeur perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde acoustique de surface qui varie, dans la direction de propagation de ladite onde acoustique de surface, selon une caractéristique de fréquence souhaitée de l'onde acoustique de surface de sortie.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen précité pour émettre une onde acoustique de surface est adapté à émettre une onde acoustique de surface se déplaçant en direction opposée à l'onde acoustique de surface d'entrée.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen précité pour appliquer des tensions de pompage comprend une source de courant de pompage (9) et une électrode de pompage (M) reliée à ladite source de courant de pompage et disposée sur un trajet de propagation de l'onde acoustique de surface sur le feuilletage précité, ladite électrode de pompage ayant une forme réglant la largeur de la région d'interaction paramétrique.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'électrode de pompage précitée se compose d'un certain nombre d'organes ( $m_2$ ,  $m'_2$ ,  $m''_2$ ) chacun desdits organes correspondant à une réponse dans le temps de l'onde acoustique de surface de sortie précitée en

réponse à un signal impulsionnel appliqué au moyen d'entrée précité, lesdits organes étant isolés les uns des autres.

5 5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'électrode de pompage ( $M_3$ ) précitée est formée d'au moins un organe d'électrode, ledit organe ayant une largeur correspondant à la réponse dans le temps de l'onde acoustique de surface de sortie dans une gamme de  $-\pi$  à  $\pi$  qui est sensible à un signal impulsionnel appliqué au moyen  
10 d'entrée précité.

6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un moyen pour appliquer une tension continue de polarisation à l'électrode de pompage précitée, ladite tension continue de polarisation produisant  
15 une capacité de couche diélectrique.

7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de semi-conducteur précitée est formée en silicium et en ce que la couche piézo-électrique précitée est formée en oxyde de zinc.

20 8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de semi-conducteur précitée est formée en silicium et en ce que la couche piézo-électrique précitée est en nitrure d'aluminium.

25 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1, 7 ou 8, caractérisé en ce qu'il comprend de plus une pellicule isolante (2) interposée entre la couche de semi-conducteur précitée et la couche piézo-électrique précitée pour la passivation de surface de ladite couche de semi-conducteur.

30 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que la pellicule isolante est formée d'une pellicule de bioxyde de silicium.

FIG. 1

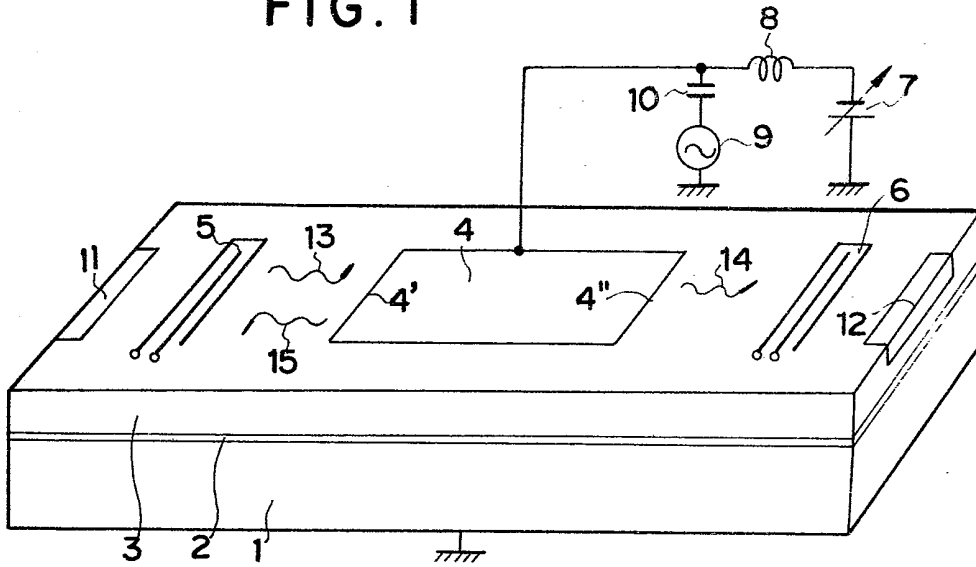


FIG. 2

FIG. 3

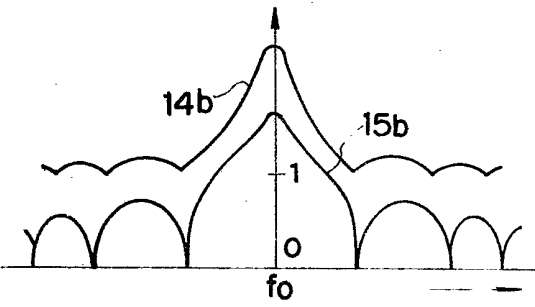
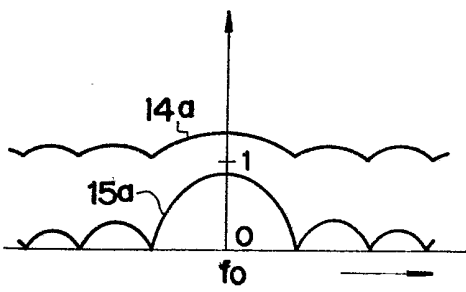


FIG. 4A



FIG. 5A

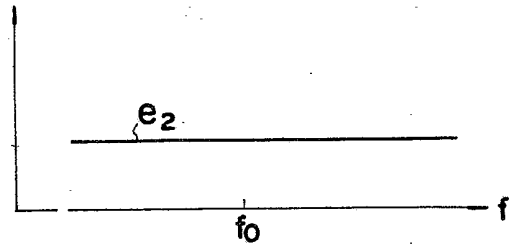


FIG. 4B

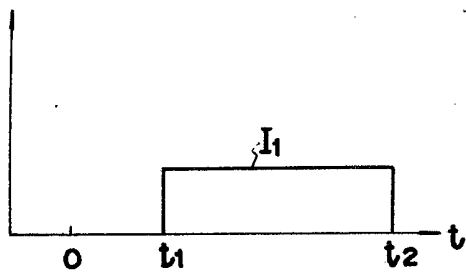


FIG. 5B

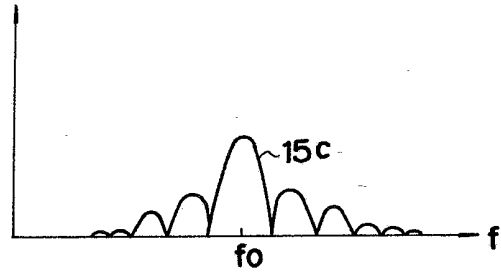


FIG. 6A

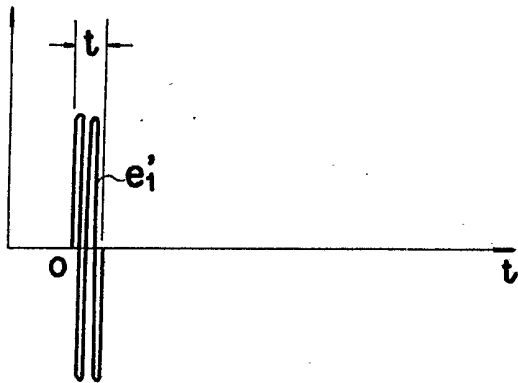


FIG. 7A

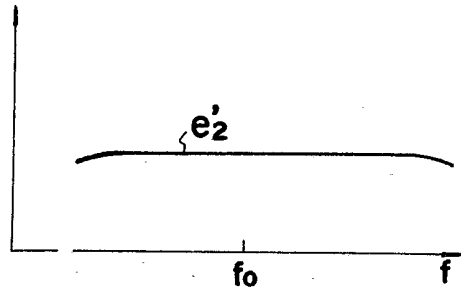


FIG. 6B

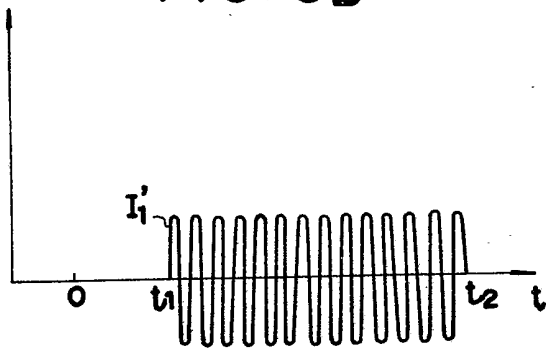


FIG. 7B

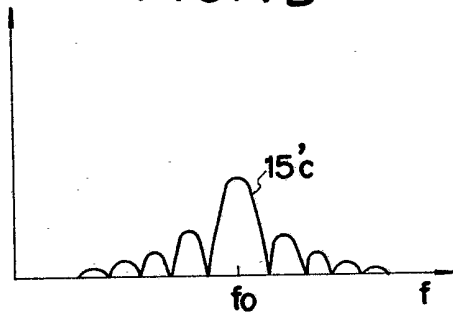


FIG. 8

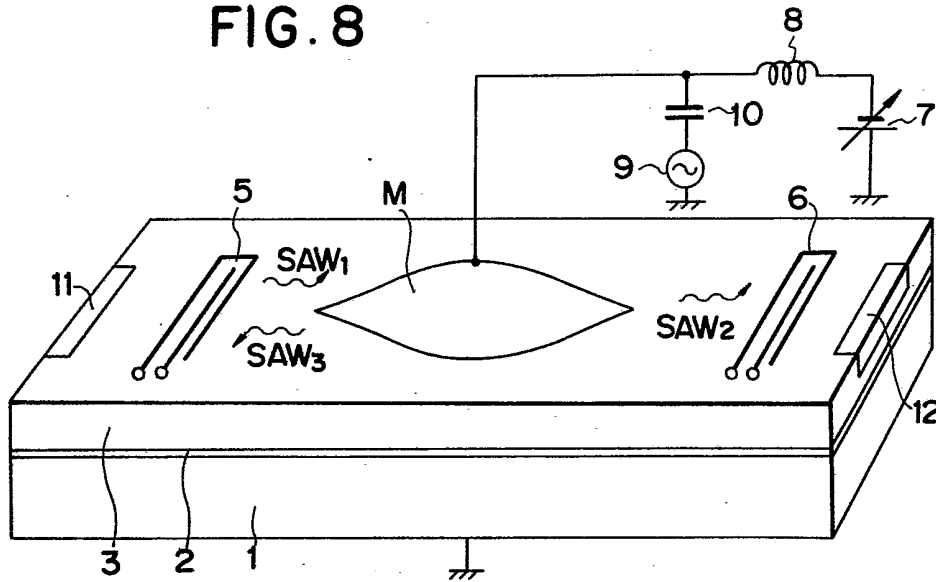


FIG. 9

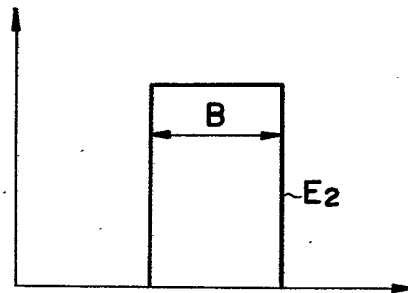


FIG. 10

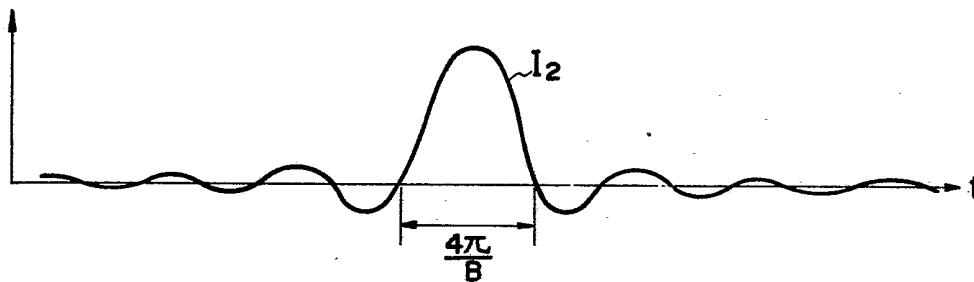


FIG. 11

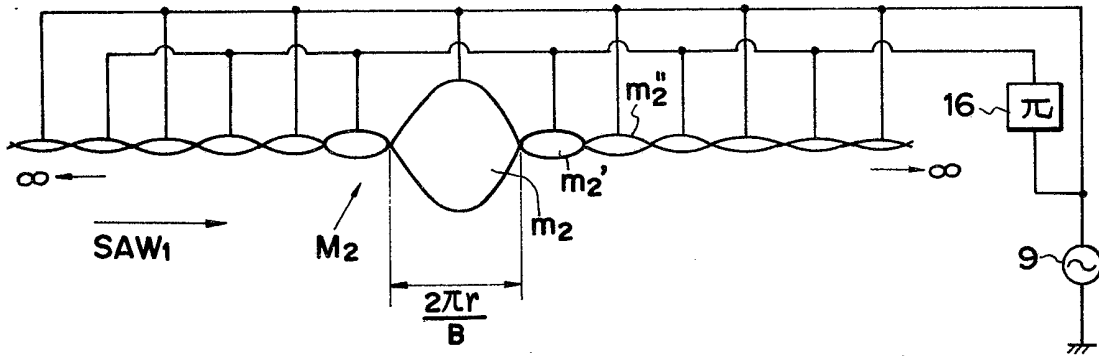


FIG. 12A

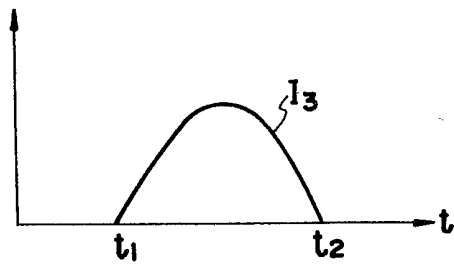


FIG. 12B

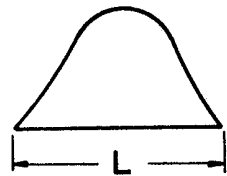


FIG. 12C

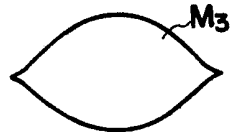


FIG. 13

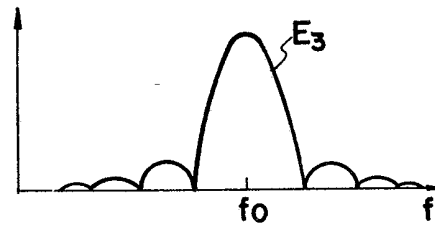


FIG. 14A

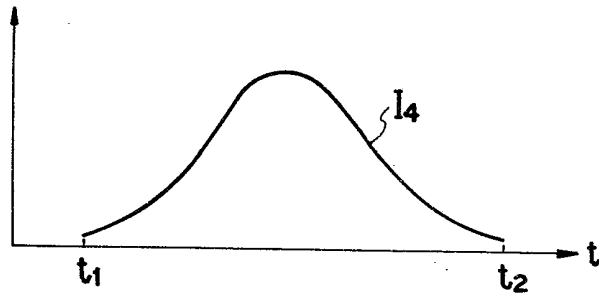


FIG. 14B

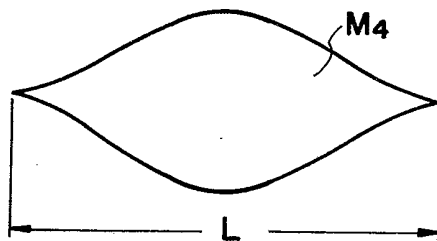


FIG. 15

