

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. November 2003 (27.11.2003)

PCT

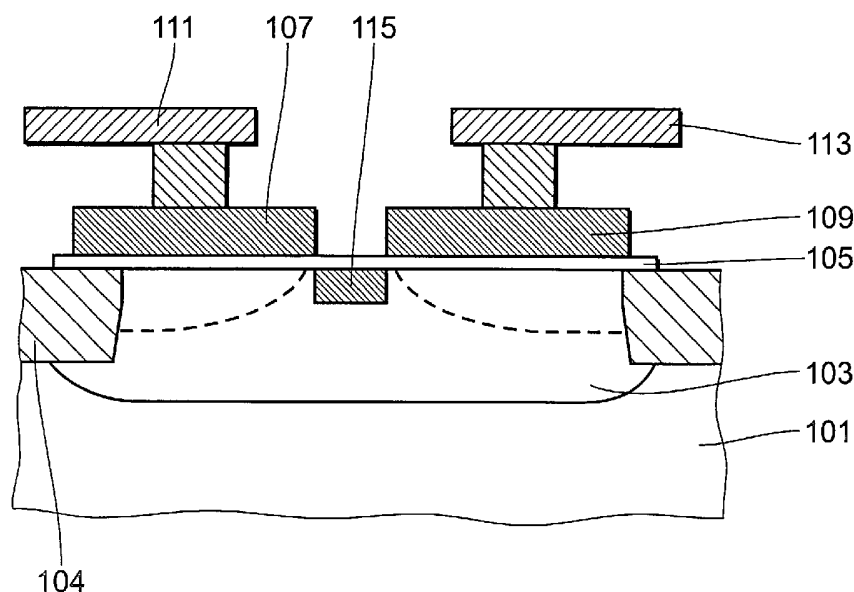
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/098701 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 29/93**, [DE/DE]; Im Technologiepark 25, 15236 Frankfurt/Oder (DE).  
H03B 5/12, H01L 29/94
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/05132
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Mai 2003 (15.05.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 22 764.0 15. Mai 2002 (15.05.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **IHP GMBH-INNOVATIONS FOR HIGH PERFORMANCE MICROELECTRONICS / INSTITUT FÜR INNOVATIVE MIKROELEKTRONIK**
- (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WINKLER, Wolfgang** [DE/DE]; Pflaumenallee 50, 15234 Frankfurt/Oder (DE). **EHWALD, Karl-Ernst** [DE/DE]; Pflaumenallee 17, 15234 Frankfurt/Oder (DE). **HEINEMANN, Bernd** [DE/DE]; Schalmeienweg 29, 15234 Frankfurt/Oder (DE).
- (74) Anwalt: **EISENFÜHR, SPEISER & PARTNER**; Anna-Louisa-Karsch-Strasse 2, 10178 Berlin (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR VARACTOR AND OSCILLATING CIRCUIT CONSTRUCTED USING THE SAME

(54) Bezeichnung: HALBLEITERVERAKTOR UND DAMIT AUFGEBAUTER SCHWINGKREIS



(57) Abstract: The inventive semiconductor varactor comprises a first voltage-controlled capacitance (103, 107) and a second voltage-controlled capacitance (103, 109) that is connected in series to the first capacitance. The two voltage-controlled capacitances in turn comprise a respective signal electrode (107, 109) and a common semiconductor region (103), via which the voltage-controlled capacitances are connected in series. The series connection of the voltage-controlled capacitances allows the signal electrodes (107, 109) to be arranged at a short distance from one another, thus shortening the signal path overall.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/098701 A1

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Der erfindungsgemäße Halbleitervaraktor umfasst eine erste spannungsgesteuerten Kapazität (103, 107) und eine zweite, mit der ersten in Reihe geschaltete spannungsgesteuerte Kapazität (103, 109). Die beiden spannungsgesteuerten Kapazitäten wiederum umfassen jeweils eine Signalelektrode (107, 109) und einen gemeinsamen Halbleiterbereich (103), über den die spannungsgesteuerten Kapazitäten in Reihe geschaltet sind. Die Reihenschaltung der spannungsgesteuerten Kapazitäten ermöglicht es, die Signalelektroden (107, 109) mit geringem Abstand voneinander anzuordnen und somit den Signalpfad insgesamt zu verkürzen.

---

### Halbleitervaraktor und damit aufgebauter Schwingkreis

---

Die Erfindung betrifft einen Halbleitervaraktor, und einen damit aufgebauten Oszillator, insbesondere für die Anwendung in Hochfrequenzschaltungen.

Ein Varaktor ist ein spannungsgesteuerter Kondensator, in dem die Kapazität zwischen zwei Kondensatorelektroden durch den Wert einer angelegten  
5 Gleichspannung einstellbar ist. Ein einfach aufgebauter Varaktor lässt sich beispielsweise durch eine Diode realisieren. Eine Diode ist typischerweise aus einem N-leitenden Halbleitermaterial, das heißt, einem Halbleitermaterial in welchem Elektronen als Ladungsträger vorliegen, und einem P-leitenden Halbleitermaterial, einem Halbleitermaterial mit Löchern als Ladungsträgern,  
10 aufgebaut. Man spricht von einem Loch, wenn einem Atom ein Elektron fehlt. Die Ladung des Loches ist aufgrund der fehlenden negativen Ladung des E-

lektrons positiv. Löcher können sich im Halbleiter fortbewegen, indem das fehlende Elektron eines Atoms durch ein Elektron eines Nachbaratoms ersetzt wird, wodurch dann dem Nachbaratom ein Elektron fehlt, sich das Loch also zum Nachbaratom bewegt hat.

- 5 Am Übergang zwischen dem N-leitenden und dem P-leitenden Material, dem PN-Übergang, diffundieren Elektronen aus dem N-leitenden Material in das P-leitende Material und Löcher aus dem P-leitenden Material in das N-leitende Material. Dadurch entsteht am Übergang eine an Ladungsträgern verarmte Zone, die sogenannte Verarmungszone, die auf Seiten des P-leitenden Mate-  
10 rials eine negative Ladung (durch die Diffusion der Löcher wird positive Ladung aus dem an sich elektrisch neutralen P-leitenden Material entfernt) und auf Seiten des N-leitenden Materials eine positive Ladung (durch die Diffusion der Elektronen wird negative Ladung aus dem an sich elektrisch neutralen N-leitenden Material entfernt) aufweist. Der PN-Übergang stellt daher einen  
15 Speicher für getrennte Ladungen, d.h. einen Kondensator, dar. Die Kapazität des Kondensators hängt dabei von der Weite der Verarmungszone ab.

- Wird nun eine äußere Gleichspannung derart an die Diode angelegt, dass weitere Elektronen aus dem N-leitenden Material in das P-leitende Material und weitere Löcher aus dem P-leitenden Material in das N-leitende Material  
20 verschoben werden, so erweitert dies die Verarmungszone. Wird die angelegte äußere Spannung umgekehrt, so wirkt die Spannung der Diffusion der Elektronen aus dem N-leitenden Material in das P-leitende Material bzw. der Löcher aus dem P-leitenden Material in das N-leitende Material entgegen und verengt so die Verarmungszone. Auf diese Weise lässt sich die Weite der  
25 Verarmungszone und damit die Kapazität des PN-Übergangs durch Anlegen einer äußeren Gleichspannung variieren.

- Varaktoren lassen sich statt in Form von PN-Übergängen auch als MOS-Bausteine (Metal-Oxide-Semiconductor, Metalloxidhalbleiter) realisieren. In solchen MOS-Bausteinen ist zwischen einer Gate-Elektrode, die als eine erste  
30 Kondensatorelektrode dient, und einem dotierten Halbleiterbereich (d.h. einem

mit Fremdatomen, die zu N-Leitung oder zu P-Leitung des Halbleitermaterials führen (N-Dotierung bzw. P-Dotierung), versehener Halbleiterbereich), der als eine zweite Kondensatorelektrode dient, ein Dielektrikum angeordnet. Auch in diesem Fall lässt sich durch Anlegen einer Gleichspannung die Kapazität des  
5 Kondensators variieren, wie nachfolgend beschrieben wird.

In Fig. 1 zeigt einen MOS-Varaktor nach Stand der Technik, wie er beispielsweise in US 6100770 beschrieben ist. Der MOS-Varaktor umfasst eine Gate-Elektrode 1 als erste Kondensatorelektrode und einen N-leitenden Halbleiterbereich 3, im folgenden kurz N-Wanne 3 genannt, der in einem P-leitenden  
10 Substrat 5 gebildet ist und die zweite Kondensatorelektrode darstellt. Zwischen der Gate-Elektrode 1 und der Wanne 3 ist ein Dielektrikum 6, beispielsweise eine Oxidschicht, angeordnet. In der N-Wanne 3 sind zwei weitere, parallel geschaltete und hoch N-dotierte ( $N^+$ -dotierte) Halbleitergebiete, nämlich die Source/Drain-Gebiete 7 und 9 gebildet, die einen gemeinsamen  
15 Anschluss 11 aufweisen. Der gemeinsame Anschluss 11 dient als Signalelektrode für die aus der N-Wanne 3 gebildete Kondensatorelektrode. Der Signalanschluss der Gate-Elektrode 1 als der anderen Kondensatorelektrode ist in Fig. 1 nicht dargestellt.

In Fig. 2 ist die Funktionsweise des Varaktors nach Stand der Technik dargestellt. Zuerst einmal bildet die Gate-Elektrode 1 zusammen mit der N-Wanne 3 und dem Dielektrikum 6 einen konventionellen Kondensator. Wird an die Gate-Elektrode 1 ein konstantes Potential angelegt, das negativer als ein an den  $N^+$ -Bereichen angelegtes konstantes Potential ist, so lädt sich die Gate-Elektrode 1 negativ und die N-Wanne 3 positiv auf. Die Aufladung der N-  
25 Wanne 3 erfolgt dabei dadurch, dass Elektronen aus dem Bereich der N-Wanne 3 unterhalb der Gate-Elektrode 1 weggedrückt werden, so dass an eine an Ladungsträgern verarmte Schicht 13 (Verarmungszone) entsteht. Diese Verarmungszone erzeugt zusätzlich zu der konventionellen Kapazität eine weitere Kapazität, die „Verarmungskapazität“, deren Wert von der Weite der  
30 Verarmungszone 13 abhängt. Je negativer die Gate-Elektrode 1 gegenüber der N-Wanne 3 ist, desto größer ist diese Weite und um so kleiner die Verar-

mungskapazität. Auf diese Weise lässt sich durch die Potentialdifferenz, d.h. durch die zwischen der Gate-Elektrode 1 und der N-Wanne 3 angelegte Spannung, die Kapazität des Varaktors einstellen.

Im Varaktor nach Stand der Technik (siehe Fig. 1) werden, wie bereits weiter  
5 oben beschrieben, die parallel geschalteten N<sup>+</sup>-Bereiche 7, 9 über einen Anschluss 11 aus Metall kontaktiert. Die Kontaktierung der Gate-Elektrode 1 durch eine metallische Leiterbahn erfolgt außerhalb des aktiven Gate-Bereiches, was in Fig. 1 nicht zu erkennen ist. Gründe hierfür sind, dass in den meisten Halbleitertechnologien ein Kontakt im Gate-Bereich nicht möglich  
10 ist und dass das Metall der Leiterbahnen des Anschlusses 11 für die N<sup>+</sup>-Bereiche 7, 9 über der Gate-Elektrode 1 liegt. Der Signalpfad des Varaktors verläuft über zwei parallele Zweige von der Gate-Elektrode 1 über die N<sup>+</sup>-Bereiche 7 bzw. 9.

Zwischen der Gate-Elektrode 1 und dem gemeinsamen Anschluss 11 der N<sup>+</sup>-  
15 Bereiche 7, 9 ergeben sich dadurch parasitäre Kapazitäten 15a, 15b, welche die Leistungsfähigkeit des Bauelements beeinträchtigen, insbesondere dessen Selbstresonanzfrequenz verringern. Außerdem besitzt der Varaktor auf Grund des langen Weges vom Leiterbahnanschluss der Gate-Elektrode 1 zum aktiven Bereich der Gate-Elektrode einen hohen Widerstand.

20 Eine wichtige Kenngröße, die für den Einsatz eines Varaktors in einem spannungsgesteuerten Oszillator von Bedeutung ist, ist seine Güte. Die Güte eines Varaktors ist definiert als der Quotient aus dem Betrag des Imaginärteils und des Realteils seiner frequenzabhängigen Impedanz. In den Frequenzbereichen, in denen der spannungsgesteuerte Oszillator betrieben werden soll, soll  
25 der Varaktor eine möglichst hohe Güte aufweisen.

Varaktoren nach Stand der Technik besitzen ein Gütemaximum unterhalb etwa 5 GHz. Für Anwendungen, die in den für den allgemeinen industriellen, wissenschaftlichen und medizinischen Gebrauch reservierten Frequenzbändern, im folgenden kurz ISM-Bänder genannt (ISM, Industrial, Scientific, Medi-

cal), vorgesehen sind, werden jedoch spannungsgesteuerte Oszillatoren mit Schwingungsfrequenzen bis zu 23 GHz bzw. 61,5 GHz benötigt.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Varaktor zur Verfügung zu stellen, der insbesondere bei hohen Frequenzen eine hohe Güte aufweist. Ein  
5 weiteres Ziel der Erfindung ist es, einen spannungsgesteuerten Oszillator zur Verfügung zu stellen, der insbesondere für hochfrequente Schwingungen geeignet ist.

Die Ziele der Erfindung werden durch einen Varaktor nach Anspruch 1 bzw. einen spannungsgesteuerten Oszillator nach Anspruch 12 erreicht. Die ab-  
10 hängigen Ansprüche enthalten weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Der erfindungsgemäße Halbleitervaraktor umfasst eine erste spannungsgesteuerten Kapazität und eine zweite, mit der ersten in Reihe geschaltete spannungsgesteuerte Kapazität. Die beiden spannungsgesteuerten Kapazitäten  
15 wiederum umfassen jeweils eine Signalelektrode und einen gemeinsamen Halbleiterbereich, über den die spannungsgesteuerten Kapazitäten in Reihe geschaltet sind.

Die Reihenschaltung der spannungsgesteuerten Kapazitäten ermöglicht es, die Signalelektroden mit geringem Abstand voneinander anzuordnen und somit den Signalpfad insgesamt zu verkürzen. Da keine parallelen Signalpfade  
20 wie im Stand der Technik vorhanden sind, entfällt mit der erfindungsgemäßen Anordnung die in der Mitte zwischen den Signalpfadzweigen angeordnete, beiden Zweigen gemeinsame Elektrode, die ein Verringern des Abstandes verhindern. Mit der Verkürzung des Signalpfades lässt sich im erfindungsgemäßen Varaktor der Widerstand des Signalpfades und somit insbesondere bei  
25 niederohmigen äußeren Anschlüssen die Güte des Varaktors erhöhen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Halbleitervaraktors ist der Halbleiterbereich als Steuerelektrode mit einem Steueranschluss ausgestaltet. Der

Steueranschluss ermöglicht es, den Signalpfad vom Steuerpfad des Varaktors zu trennen. Vorteilhafterweise ist der Steueranschluss von den Signalanschlüssen entfernt angeordnet, so dass er der Verringerung des Abstandes der Signalelektroden nicht entgegensteht.

5 In einer weiteren Ausgestaltung des Halbleitervaraktors sind die Signalelektroden lateral mit minimalem Abstand voneinander angeordnet. Der minimale Abstand, der erzielbar ist, bestimmt sich dabei aus der zur Herstellung des Varaktors verwendeten Technologie. Mit dem minimalen Abstand zwischen den Signalelektroden lässt sich ein Signalpfad mit sehr geringem Widerstand  
10 realisieren.

Der Halbleitervaraktor ist vorzugsweise lateral symmetrisch aufgebaut. Dadurch kann er ohne zusätzlichen Aufwand in symmetrische Oszillatoren eingebaut werden, ohne deren Symmetrie zu beeinträchtigen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Halbleitervaraktors beinhaltet,  
15 dass die Signalelektroden miteinander verzahnt angeordnet sind. Durch das Verzahnen lässt sich ohne Vergrößerung der für die Kapazität des Varaktors relevanten Fläche die Querschnittsfläche des Signalpfades vergrößern, insbesondere dann, wenn die Verzahnung fraktal ausgebildet ist.

Um die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Kapazitätswert,  
20 den sog. Kapazitätshub, des Halbleitervaraktors möglichst groß zu halten, kann im Oberflächenbereich des Halbleiterbereiches am Rand der Signalelektroden eine P-dotierte Saugelektrode zum Absaugen von Löchern vorhanden sein.

Der gemeinsame Halbleiterbereich ist in einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Halbleitervaraktors als Wanne, insbesondere als N-dotierte  
25 Wanne, in einem Substrat, insbesondere in einem P-dotierten Substrat, ausgebildet, was die Integration der Herstellung des Halbleitervaraktors in gängige CMOS-Fertigungsprozesse vereinfacht. Diese Ausführungsform des



Halbleitervaraktors, die nachfolgend auch als erfindungsgemäßer Halbleitervaraktor ersten Typs bezeichnet wird, hat eine mit zunehmender (positiver) Steuerspannung typischerweise nicht linear fallende Kapazitätskurve.

In einer dazu alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Halbleitervaraktors ist der gemeinsame Halbleiterbereich als vom Substrat durch eine Isolatorschicht getrenntes Gate ausgebildet. Diese Ausführungsform, die nachfolgend auch als erfindungsgemäßer Halbleitervaraktor zweiten Typs bezeichnet wird, hat einen zur ersten Alternative komplementären Kapazitätsverlauf. Die Kapazität steigt mit zunehmender positiver Steuerspannung typischerweise nichtlinear an.

Bei dieser alternativen Ausführungsform sind vorzugsweise zwei ins Substrat eingebettete, lateral benachbarte, jedoch durch einen Isolatorbereich elektrisch getrennte dotierte Wannens-Bereiche unterhalb des Gates vorgesehen.

Weiterhin weist der Halbleitervaraktor zweiten Typs vorzugsweise jeweils einen in das Substrat eingebetteten, hochdotierten Bereich vom Leitfähigkeitstyp der Wannens unterhalb der Signalelektroden auf. Dieser hochdotierte Bereich erstreckt sich lateral vorzugsweise über die Signalelektrode hinaus bis hin zum Rand des Gate. Bei der alternativen Ausführungsform ist das gemeinsame Gate zur Verbindung mit einer Steuerspannung ausgebildet. Mit wachsender positiver Steuerspannung am Gate steigt die Kapazität an, da eine Akkumulation von Ladungsträgern (Elektronen) an der Oberfläche der n-Wannen auftritt.

Die Kapazitäten des erfindungsgemäßen Halbleitervaraktors können als PN-Übergänge oder als MOS-Kapazitäten ausgebildet sein. Unter einer MOS-Kapazität soll hierbei eine Kapazität verstanden werden, in der zwischen einer Halbleiterschicht und einer metallischen oder halbleitenden Schicht ein Dielektrikum, z. B. eine Oxidschicht oder eine andere isolierende Schicht, angeordnet ist.

Der erfindungsgemäße Oszillator (Schwingkreis) umfasst mindestens einen erfindungsgemäßen Halbleitervaraktor. Durch das Realisieren des Oszillators mit dem erfindungsgemäßen Halbleitervaraktor lässt sich die Güte des Oszillators aufgrund der verbesserten Eigenschaften des Varaktors insbesondere bei hohen Schwingungsfrequenzen verbessern.

Bei Verwendung eines einzelnen Halbleitervaraktors in der Oszillatorschaltung hat die Variante, bei der ein Halbleitervaraktor ersten Typs verwendet wird, gegenüber der Variante mit einem Halbleitervaraktor zweiten Typs den Vorteil, dass der Serienwiderstand geringer ist. Daher ist eine höhere Güte der Oszillatorschaltung erzielbar.

Durch das direkte Verbinden der Signalelektroden des erfindungsgemäßen Varaktors mit einer oder mehreren Induktivitäten des Oszillators lässt sich die Güte des Oszillators weiter steigern.

Es können beim erfindungsgemäßen Oszillator auch beide Typen des erfindungsgemäßen Halbleitervaraktors in Kombination verwendet werden.

Bevorzugt ist eine Parallelschaltung der beiden erfindungsgemäßen Varaktortypen in einer Oszillatorschaltung. Besondere Vorteile werden dabei erzielt, wenn die Steuerspannungen gegensinnig zugeführt werden, d.h. mit dem Anstieg der Steuerspannung am Halbleitervaraktor des ersten Typs wird gleichzeitig ein Absinken der Steuerspannung am Halbleitervaraktor des zweiten Typs vorgenommen. In der Summe wird dabei ein Ansteigen oder Abfallen der Gesamtkapazität erreicht. Mit dieser differentiellen Ansteuerung erhält man geringere Störpegel und geringeres Phasenrauschen in einem Oszillator.

Nachfolgend werden anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf die beiliegenden Figuren weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung beschrieben.

- Fig. 1 zeigt einen Varaktor nach Stand der Technik.
- Fig. 2 zeigt schematisch einen Ausschnitt aus Fig. 1 zum Erläutern der Funktionsweise des Varaktors.
- Fig. 3 zeigt ein Ersatzschaltbild für den in Fig. 1 dargestellten Varaktor, in dem die parasitären Komponenten eingezeichnet sind.
- Fig. 4 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Varaktors im vertikalen Schnitt.
- Fig. 5 zeigt die Draufsicht auf den in Fig. 4 dargestellten Varaktors.
- Fig. 6 zeigt die Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Varaktors.
- Fig. 7 zeigt die Draufsicht auf ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Varaktors.
- Fig. 8 zeigt einen Schwingkreis mit einem erfindungsgemäßen Varaktor.
- Fig. 9 zeigt eine Querschnittsansicht eines vierten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Varaktors.
- Fig. 10 zeigt einen Schwingkreis mit einer Parallelschaltung von Varaktoren nach dem ersten und vierten Ausführungsbeispiel
- Fig. 11 zeigt ein schematisches Diagramm der Spannungsabhängigkeit der Varaktoren des ersten und vierten Ausführungsbeispiels.
- In Fig. 3 ist zum Veranschaulichen der parasitären Elemente ein Ersatzschaltbild für einen Varaktor nach Stand der Technik dargestellt. Die Kapazität des Varaktors ist zum einen durch die mittels des Dielektrikums 6 (siehe Fig. 1)

gebildete konventionelle Kapazität 21 und zum anderen durch die Kapazität 23 der Verarmungsschicht 13 (Verarmungskapazität) bestimmt (siehe Fig. 2). Im Ersatzschaltbild ist beispielhaft der Zweig des Signalpfades, der sich zwischen dem Gate 1 und dem N<sup>+</sup>-Bereich 7 erstreckt, dargestellt. Das gleiche  
5 Ersatzschaltbild würde sich jedoch auch für den sich zwischen dem Gate 1 und dem N<sup>+</sup>-Bereich 9 erstreckenden Zweig ergeben.

Die Gate-Elektrode 1 und der N<sup>+</sup>-Bereich 7 weisen einen parasitären Gate-Widerstand 25 bzw. einen parasitären Kanalwiderstand 27 auf. Der parasitäre Gate-Widerstand rührt, wie bereits mit Bezug auf Fig. 1 beschrieben, von der  
10 langen Strecke zwischen dem aktiven Gate-Bereich und dem Metallkontakt der Gate-Elektrode 1 her. Der parasitäre Kanalwiderstand ergibt sich aus dem Abstand zwischen den beiden N<sup>+</sup>-Bereichen 7, 9. Prinzipiell könnte dieser Abstand verringert werden, jedoch nur, wenn auch die Breite des Gates entsprechend verringert wird. Eine Verringerung der Gate-Breite führt jedoch zu einer  
15 Erhöhung des Gate-Widerstandes 25, so dass eine nennenswerte Verringerung des gesamten parasitären Widerstandes nicht möglich ist.

Zwischen der Gate-Elektrode 1 und dem gemeinsamen Anschluss 11 der N<sup>+</sup>-Gebiete 7, 9, der die Gate-Elektrode 1 zu einem großen Teil umgibt (siehe Fig. 1), wirkt eine parasitäre Kapazität 29. Da der gemeinsame Anschluss 11 in der  
20 Nähe der Gate-Elektrode 1 und nicht im Bereich des Anschlusses der Gate-Elektrode 1 vorhanden ist, greift die parasitäre Kapazität 29 im Ersatzschaltbild zwischen dem parasitären Gate-Widerstand 25 und der konventionellen Kapazität 21 an. Die parasitäre Kapazität 29 liegt damit parallel zu der Serienschaltung aus der konventionellen Kapazität 21, der Verarmungskapazität 23  
25 und dem Kanalwiderstand 27. Weil die parasitäre Kapazität 29 aber konstant ist, schränkt sie den Kapazitätshub ein.

Fig. 4 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Varaktors ersten Typs in einer Querschnittsansicht. Der Varaktor umfasst eine in einem P-dotierten Substrat 101 gebildete N-dotierte Wanne 103. Lateral ist die N-dotierte Wanne 103 durch Feldisolationsgebiete, beispielsweise aus Silizium-  
30

oxid ( $\text{SiO}_2$ ), begrenzt. Wie im Sprachgebrauch des Fachmanns üblich werden als „lateral“ die parallel zur Substratoberfläche verlaufenden Richtungen bezeichnet. Das von der Feldisolation 104 umgebene Gebiet stellt das aktive Varaktorgebiet dar. Über dem aktiven Varaktorgebiet befindet sich eine Isolationsschicht 105 (Dielektrikum), die beispielsweise aus Siliziumoxid oder Siliziumnitrid besteht. Es sind jedoch auch andere Materialien als Isolatormaterialien möglich, beispielsweise Praseodymoxid ( $\text{Pr}_2\text{O}_3$ ). Die Isolationsschicht 105 trennt eine erste Gate-Elektrode 107 und eine zweite Gate-Elektrode 109 von der N-Wanne 103. Die erste Gate-Elektrode 107 und die zweite Gate-Elektrode 109 weisen einen ersten Signalanschluss 111 bzw. einen zweiten Signalanschluss 113 auf. Der Signalpfad des Varaktors verläuft dementsprechend von einer der Gate-Elektroden ausgehend durch die N-Wanne 103 zur anderen Gate-Elektrode. Allein zur Unterscheidung der lateralen Richtungen wird im Rahmen dieser Anmeldung zusätzlich von einer Signalflussrichtung gesprochen, die gemäß willkürlicher Definition in der Papierbene der Fig. 4 parallel zur Substratoberfläche vom Signalanschluss 111 zum Signalanschluss 113 weisen soll.

Daneben weist der erfindungsgemäße Varaktor einen in der Querschnittsansicht der Fig. 4 nicht enthaltenen Steueranschluss auf, der direkt mit der N-Wanne 103 verbunden ist und über den die N-Wanne 103 auf ein vorbestimmtes Potential gelegt werden kann, so dass zwischen der N-Wanne 103 und den Gate-Elektroden 107, 109 eine Vorspannung anliegt. Der Steueranschluss ist beispielsweise in Fig. 5 unter dem Bezugszeichen 117 dargestellt. Durch die geeignete Wahl der Vorspannung lässt sich in der N-Wanne 103 unterhalb der Gate-Elektroden 107 bzw. 109 eine Verarmungszone bilden, deren Ausdehnung den Wert der steuerbaren Kapazität bestimmt und die durch den Wert der Vorspannung einstellbar ist. Die Verarmungszonen sind in Fig. 4 gestrichelt eingezeichnet.

Der erfindungsgemäße Varaktor kann außerdem eine  $\text{P}^+$ -dotierte Saugelektrode (in Fig. 4 nicht dargestellt) zum Absaugen von Löchern im Oberflächenbereich der N-Wanne 103 am Rand der beiden Gate-Elektroden 107, 109

aufweisen. Mit dieser P<sup>+</sup>-dotierten Saugelektrode kann sichergestellt werden, dass sich an der Oberfläche der Verarmungszone keine Löcher ansammeln, die den Kapazitätshub einschränken könnten. Es können auch beide Gate-Elektroden 107, 109 jeweils mit einer eigenen Saugelektrode versehen sein.

- 5 Im erfindungsgemäßen Varaktor sind zwei steuerbare Kapazitäten in Reihe geschaltet. Die erste steuerbare Kapazität ist zwischen der N-Wanne 103 und der ersten Gate-Elektrode 107 ausgebildet, wohingegen die zweite steuerbare Kapazität zwischen der N-Wanne 103 und der zweiten Gate-Elektrode 109 ausgebildet ist. Der Steuerpfad zum Steuern der Kapazität, d.h. zum Anlegen  
10 einer Vorspannung, ist hingegen direkt an die N-Wanne 103 gekoppelt.

Der erfindungsgemäße Aufbau des Varaktors ermöglicht es, die beiden Gate-Elektroden 107, 109 mit minimalem lateralen Abstand voneinander auszubilden, wodurch der durch die N-Wanne 103 verlaufende Anteil des Signalpfades gegenüber einem Varaktor nach Stand der Technik verkürzt werden kann.  
15 Die Verkürzung des Signalpfades verringert dabei den parasitären Kanalwiderstand. Mittels einer N<sup>+</sup>-dotierten Halbleiterzone 115, die sich in der N-Wanne 103 im Bereich zwischen den Gate-Elektroden 107 und 109 befindet, lässt sich der Kanalwiderstand weiter verringern.

Trotz der Verkürzung des durch die N-Wanne 103 verlaufenden Teils des Signalpfades müssen die Gate-Elektroden 107 und 109 in ihrer lateralen Ausdehnung nicht verringert werden. Tatsächlich können sie durch die Verringerung des Abstandes zwischen den Gate-Elektroden sogar etwas vergrößert werden. Dadurch lässt sich bei geringem parasitären Kanalwiderstand auch gleichzeitig ein geringer parasitärer Gate-Widerstand erzeugen, so dass der  
20 gesamte parasitäre Widerstand im Signalpfad äußerst gering ist.  
25

Da der Signalpfad vom Steuerpfad vollständig entkoppelt ist, d. h., zum Zuführen der Steuerspannung wird nicht der Signalpfad benutzt, lässt sich der erfindungsgemäße Varaktor derart aufbauen, dass über den Gate-Elektroden 107, 109 keine elektrischen Leiterbahnen verlaufen, die auf einem anderen Poten-

tial als die Gate-Elektroden liegen. Damit lässt sich die parasitäre Kapazität des Varaktors deutlich verringern.

Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf das in Fig. 4 dargestellte Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Varaktors. In Fig. 5 sind die erste Gate-Elektrode 107 und die zweite Gate-Elektrode 109 sowie die zugehörigen Signalanschlüsse 111, 113 zu erkennen. Die Gate-Elektroden sind dabei jeweils durch eine Vielzahl von Kontaktpunkten 112, 114 kontaktiert. Die Kontaktpunkte 112, 114 können sich im aktiven Varaktorgebiet befinden oder auch im Gebiet der Feldisolation 104. Unterhalb der Gate-Elektroden 107, 109 befindet sich die N-Wanne 103, die von der Feldisolation 104 umgeben ist. Die laterale Abmes-  
5  
10  
15

Der minimale Abstand zwischen den Gate-Elektroden 107, 109 ergibt sich aus der lateralen Auflösung der jeweiligen Herstellungstechnologie und liegt bei modernen Halbleitertechnologien bei 0,25  $\mu\text{m}$  und darunter. Als besonders vorteilhaft soll an dieser Stelle noch einmal erwähnt werden, dass der Steueranschluss 117 nicht im Signalpfad zu liegen braucht, so dass zwischen den beiden Signalelektroden, die im erfindungsgemäßen Varaktor durch die beiden Gate-Elektroden 107, 109 gebildet sind, kein Kontakt für die Steuerspannung angebracht werden muss. Mit einem Kontakt zwischen den beiden Gate-Elektroden 107, 109 wäre es nicht möglich, den minimalen Abstand zwischen  
20  
25

Mit dem erfindungsgemäßen Varaktor lassen sich auch bei sehr hohen Frequenzen von über 50 GHz akzeptable Werte für die Güte erreichen. Damit wird es möglich, integrierte spannungsgesteuerte Oszillatoren in Silizium-basierter Technologie in dem genannten Frequenzbereich zu realisieren. Bei  
30

dungsgemäßen Varaktor aufgebauten spannungsgesteuerten Oszillators gegenüber einem mit einem Varaktor nach Stand der Technik aufgebauten spannungsgesteuerten Oszillator verbessert. Dies führt insbesondere zu einem verringerten Phasenrauschen.

- 5 Eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Varaktors ist in Draufsicht in Fig. 6 dargestellt. Diejenigen Elemente des Varaktors, die mit denen im ersten Ausführungsbeispiel übereinstimmen, sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Im folgenden wird nur auf die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel eingegangen.
- 10 Im Unterschied zum im ersten Ausführungsbeispiel gezeigten Varaktor sind die Gate-Elektroden 107a, 109a im zweiten Ausführungsbeispiel verzahnt ausgebildet. Die Zähne der Gate-Elektroden greifen dabei wechselseitig ineinander, so dass ein mäanderförmiger Spalt zwischen den beiden Elektroden verbleibt. Auf diese Weise lässt sich die Länge des Kanalbereiches gegenüber dem im ersten Ausführungsbeispiel gezeigten Varaktor verlängern. Da der Strom zwischen den beiden Gate-Elektroden im wesentlichen nur über die Breite des Kanalbereichs fließen muss, lässt sich durch die Verlängerung des Kanalbereichs die für den Stromfluss zur Verfügung stehende Querschnittsfläche vergrößern und somit der parasitäre Kanalwiderstand weiter verringern.
- 15
- 20 Die Länge des Kanalbereiches lässt sich durch eine fraktale Geometrie der Gate-Elektroden 107b und 109b (siehe Fig. 7) weiter vergrößern, so dass der parasitäre Kanalwiderstand noch weiter verringert werden kann. Die Kontaktierung der fraktalen Gate-Elektroden erfolgt vorzugsweise derart, dass der Weg, den der Strom von der Kontaktierung in die entferntesten Bereiche der fraktalen Elektrode nehmen muss, minimal ist.
- 25

Obwohl der erfindungsgemäße Varaktor im Ausführungsbeispiel mit MOS-Kapazitäten aufgebaut ist, kann die Erfindung auch als Varaktor mit PN-Übergängen als Kapazitäten ausgebildet sein.



Fig. 8 stellt eine Schaltskizze für ein erfindungsgemäßen Schwingkreis mit einem erfindungsgemäßen Varaktor 200 dar.

Der Abschnitt zwischen den beiden dargestellten Kondensatoren 202 und 204 repräsentiert die N-Wanne 103, die mit einem Steueranschluss 206 verbunden ist. Die beiden äußeren Kondensatorplatten der Kondensatoren 202 und 204 stellen die Gate-Elektroden 107, 109 aus Fig. 4 dar. Sie sind mit einer Induktivität 208 verbunden, die zusammen mit dem Varaktor 200 den Schwingkreis bildet. Die Resonanzfrequenz des Schwingkreises hängt sowohl vom Wert der Induktivität 208 als auch von der Kapazität des Varaktors ab. Die Güte des Schwingkreises wird vor allem durch seinen ohmschen Widerstand bestimmt.

Durch Steuern der Kapazität des Varaktors 200, indem über den Steueranschluss 206 ein bestimmtes Potential angelegt wird, lässt sich die Resonanzfrequenz des Schwingkreises einstellen.

Wegen der größeren Güte des Varaktors gegenüber Varaktoren nach Stand der Technik kann die Resonanzfrequenz zu höheren Frequenzen hin verschoben werden, so dass sich mit einem erfindungsgemäßen Varaktor aufgebaute Schwingkreise auch bei sehr hohen Frequenzen von über 50 GHz akzeptabel einsetzen lassen.

Fig. 9 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Varaktors in einer Querschnittsansicht. Der Varaktor 300 zweiten Typs umfasst in einem P-dotierten Substrat 301 zwei n-dotierte Wannengebiete 303 und 305. Die Wannengebiete 303 und 305 sind durch einen mit einem Isolator, beispielsweise Siliziumdioxid aufgefüllten Graben 307 (nachfolgend auch als Trenchisolation bezeichnet) von einander getrennt. Lateral sind die Wannengebiete 303 und 305 durch Feldisolationsgebiete 308, beispielsweise aus Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ), begrenzt. Das von der Feldisolation 308 umgebene Gebiet stellt das aktive Varaktorgebiet dar.

In Signalfflussrichtung erstreckt sich auf der Oberfläche eines Teil des aktiven Varaktorgebiets eine Isolationsschicht 309 (Dielektrikum). Die Isolationsschicht 309 trennt die Wannengebiete 303 und 305 von einer gemeinsame Gate-Elektrode 311. Die Gate-Elektrode 311 weist einen Signalanschluss 317  
5 für eine Steuerspannung  $V_{\text{Ctrl}}$  auf.

Wie das erste Ausführungsbeispiel weist auch der Varaktor des vorliegenden Ausführungsbeispiels zwei Signal-Elektroden 313 und 315 auf. Im Unterschied zur Fig. 4 sind die Signalelektroden 313 und 315 hier unmittelbar an die Wannengebiete 303 bzw. 305 angeschlossen. Im Anschlussgebiet sind jeweils hochdotierte ( $n^+$ ) Gebiete 319 und 321 vorgesehen, die mit den metallischen Elektroden 313 bzw. 315 durch eine nicht dargestellte Silizidschicht verbunden sind. Die hochdotierten Gebiete 319 und 321 erstrecken sich lateral in Signalfflussrichtung (bzw. entgegengesetzt dazu) vom Feldisulationsgebiet 308 bis zum jeweiligen Rand der Gate-Elektrode 311. Der Abstand vom Gate-  
15 seiten Rand der hochdotierten Gebiete 319 und 321 bis zum jeweiligen Rand der Trenchisolation 307 beträgt zwischen 0,25 und 1  $\mu\text{m}$ . Die laterale Ausdehnung der Trenchisolation in Signalfflussrichtung beträgt an der Substratoberfläche etwa 300 bis 400 nm. In Tiefenrichtung des Substrats verjüngt sich die Trenchisolation. Sie erstreckt sich in Tiefenrichtung etwas über die dotierten  
20 Wannengebiete 303 und 305 hinaus in das p-dotierte Substrat hinein. Bei Herstellung des Varaktors in neueren Technologien mit Minimalabmessungen von z.B. 0,13  $\mu\text{m}$  können die angegebenen lateralen und vertikalen Abmessungen weiter unterschritten werden und damit noch höhere Güten erreicht werden.

25 Der Signalpfad des vorliegenden Varaktors verläuft von einer der Signal-Elektroden ausgehend durch die N-Wanne zur gemeinsame Gate-Elektrode 311 und von dort zur anderen Signal-Elektrode.

Mit wachsender positiver Steuerspannung am Gate steigt die Kapazität des Halbleitervaraktors der Fig. 9 an, da eine Akkumulation von Ladungsträgern  
30 (Elektronen) an der Oberfläche der n-Wannen auftritt.

Fig. 10 zeigt eine Schaltskizze für ein weiteren erfindungsgemäßen Schwingkreis mit einem erfindungsgemäßen Varaktor 400.

Die Schaltskizze ähnelt der in Fig. 8 gezeigten. Jedoch besteht der Varaktor 400 hier aus zwei parallelgeschalteten Varaktoren, einem Varaktor ersten Typs (Bezugszeichen 100) und einem Varaktor zweiten Typs (Bezugszeichen 300).

Durch gegensinniges Ansteuern der Kapazitäten der Varaktoren 100 und 300 mit Steuerspannungen  $V_{ctrl1}$  und  $V_{ctrl2}$ , lässt sich die Resonanzfrequenz des Schwingkreises einstellen. Dabei erzielt man im Vergleich mit der Oszillatorschaltung der Fig. 8 geringere Störpegel und geringeres Phasenrauschen.

Fig. 11 ist eine schematische Darstellung der Abhängigkeit der Kapazität der Halbleitervaraktoren 100 und 300 von einer positiven Steuerspannung in einem Diagramm. Aufgetragen ist auf der Abszisse die Steuerspannung und auf der Ordinate die Kapazität. Während die Kapazität des Halbleitervaraktors 100 (erster Typ) mit zunehmender Steuerspannung nicht linear sinkt, steigt die Kapazität des Halbleitervaraktors 300 (zweiter Typ) mit zunehmender Steuerspannung nicht linear an.

Patentansprüche

1. Halbleitervaraktor, umfassend eine erste spannungsgesteuerte Kapazität (103, 107; 303, 311) und eine zweite, mit der ersten in Reihe geschaltete spannungsgesteuerte Kapazität (103, 109; 305, 311), wobei  
5 die beiden spannungsgesteuerten Kapazitäten jeweils eine Signalelektrode (107, 109; 313, 315) und einen gemeinsamen Halbleiterbereich (103; 311) umfassen.
2. Halbleitervaraktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der gemeinsame Halbleiterbereich (103; 311) als Steuerelektrode mit einem  
10 Steueranschluss (117; 317) ausgestaltet ist.
3. Halbleitervaraktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Steueranschluss (117; 317) von den Signalelektroden (107, 109; 313, 315) entfernt angeordnet ist.
4. Halbleitervaraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalelektroden (107, 109; 313, 315) lateral mit minimalem Abstand voneinander angeordnet sind.  
15
5. Halbleitervaraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass er in einer Querschnittsebene, die parallel zur Signalflussrichtung von der ersten zur zweiten Signalelektrode liegt, symmetrisch aufgebaut ist.  
20
6. Halbleitervaraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalelektroden (107a, 109a; 107b, 109b) in einer lateralen Richtung ineinander verzahnt angeordnet sind.
7. Halbleitervaraktor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die  
25 Verzahnung fraktal ausgebildet ist.

8. Halbleitervaraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Oberflächenbereich des Halbleiterbereiches (103) am Rand der Signalelektroden (107, 109) eine P-dotierte Saugelektrode zum Absaugen von Löchern vorhanden ist.
- 5 9. Halbleitervaraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der gemeinsame Halbleiterbereich (103) als Wanne in einem Substrat (101) ausgebildet ist.
- 10 10. Halbleitervaraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die spannungsgesteuerten Kapazitäten als PN-Übergänge ausgebildet sind.
11. Halbleitervaraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die spannungsgesteuerten Kapazitäten als MOS-Kapazitäten ausgebildet sind.
- 15 12. Halbleitervaraktor mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 8, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der gemeinsame Halbleiterbereich als vom Substrat durch eine Isolatorschicht getrenntes Gate ausgebildet ist.
- 20 13. Halbleitervaraktor nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch zwei ins Substrat eingebettete, in einer lateralen Richtung parallel zur Signalflussrichtung von der ersten zur zweiten Signalelektrode durch einen Isolatorbereich getrennte dotierte Wannens-Bereiche unterhalb des Gates.
- 25 14. Halbleitervaraktor nach Anspruch 12 oder 13, gekennzeichnet durch jeweils einen in das Substrat eingebetteten, hochdotierten Bereich vom Leitfähigkeitstyp der Wannens unterhalb der Signalelektroden.

15. Halbleitervaraktor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass sich der hochdotierte Bereich in Signalflussrichtung bzw. entgegengesetzt dazu über die Signalelektrode hinaus bishin zum Gate erstreckt.
- 5 16. Oszillator mit einem Halbleitervaraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
17. Oszillator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalelektroden (202, 204) des Varaktors (200) direkt mit einer oder mehreren Induktivitäten (208) verbunden sind.
18. Oszillator mit einem Halbleitervaraktor nach Anspruch 12.
- 10 19. Oszillator mit einer Parallelschaltung eines ersten Halbleitervaraktors nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und eines zweiten Halbleitervaraktors nach Anspruch 12.

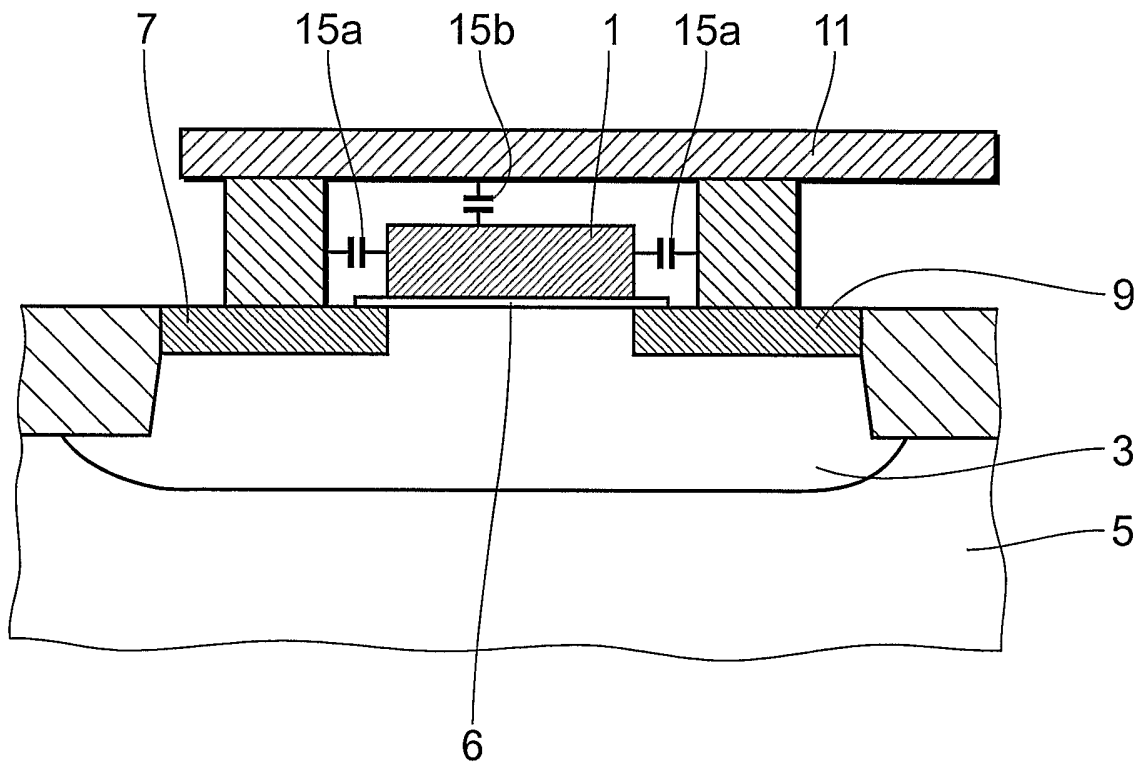


Fig. 1

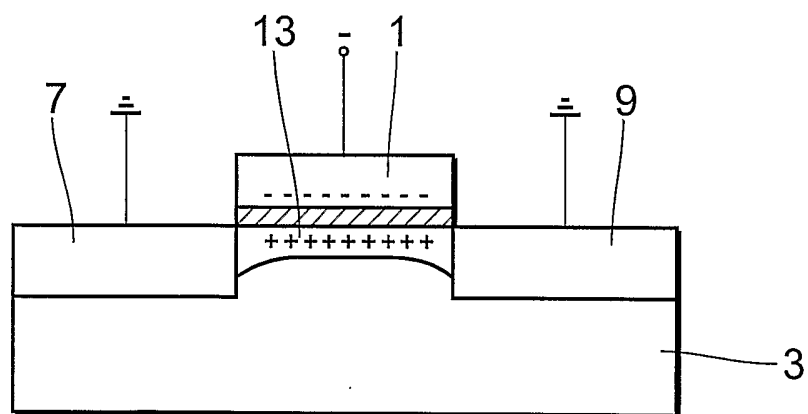


Fig. 2

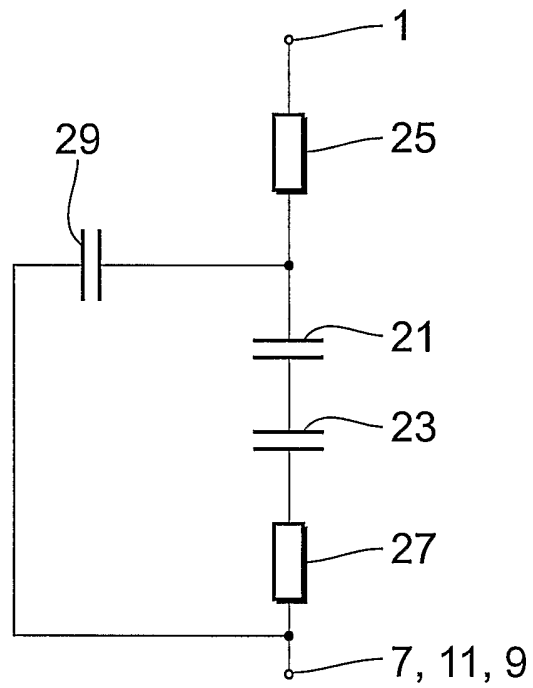


Fig. 3

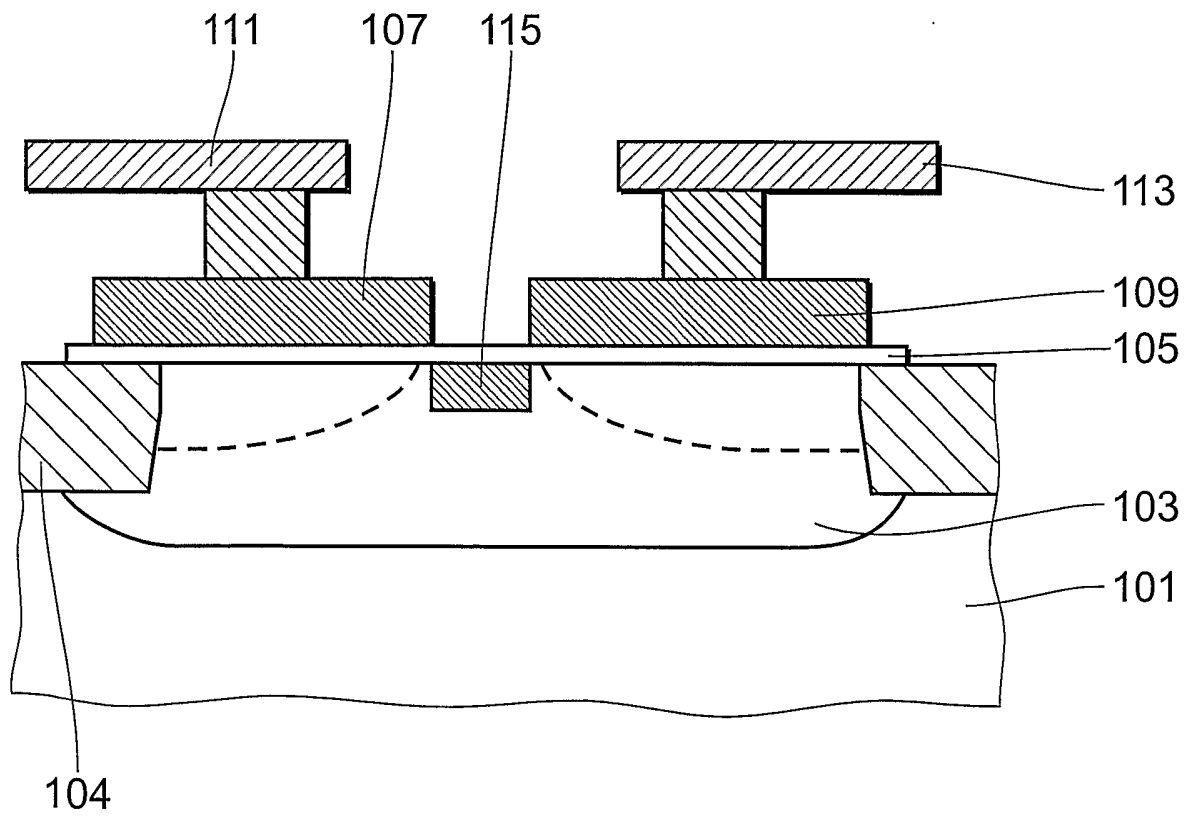


Fig. 4



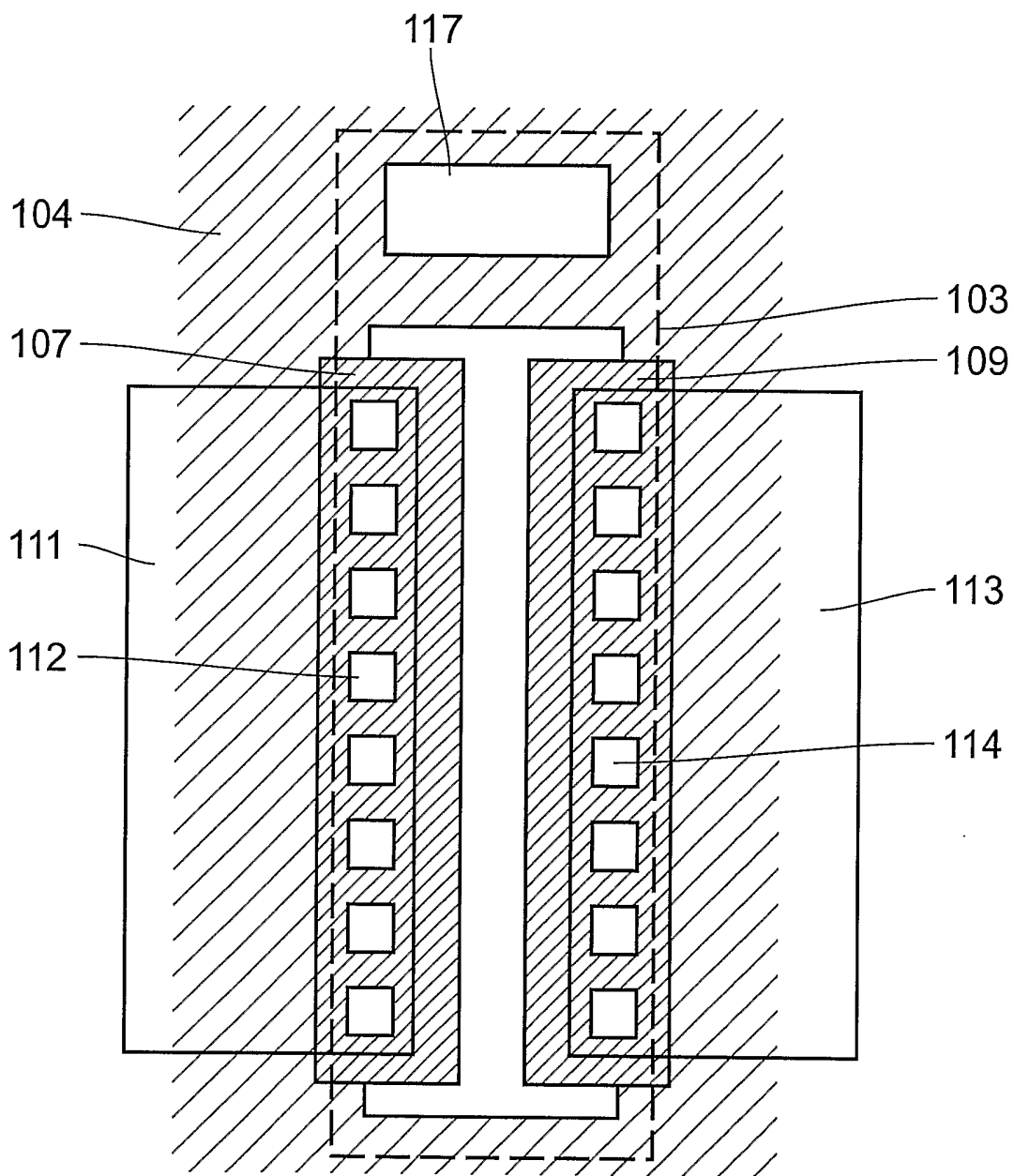


Fig. 5

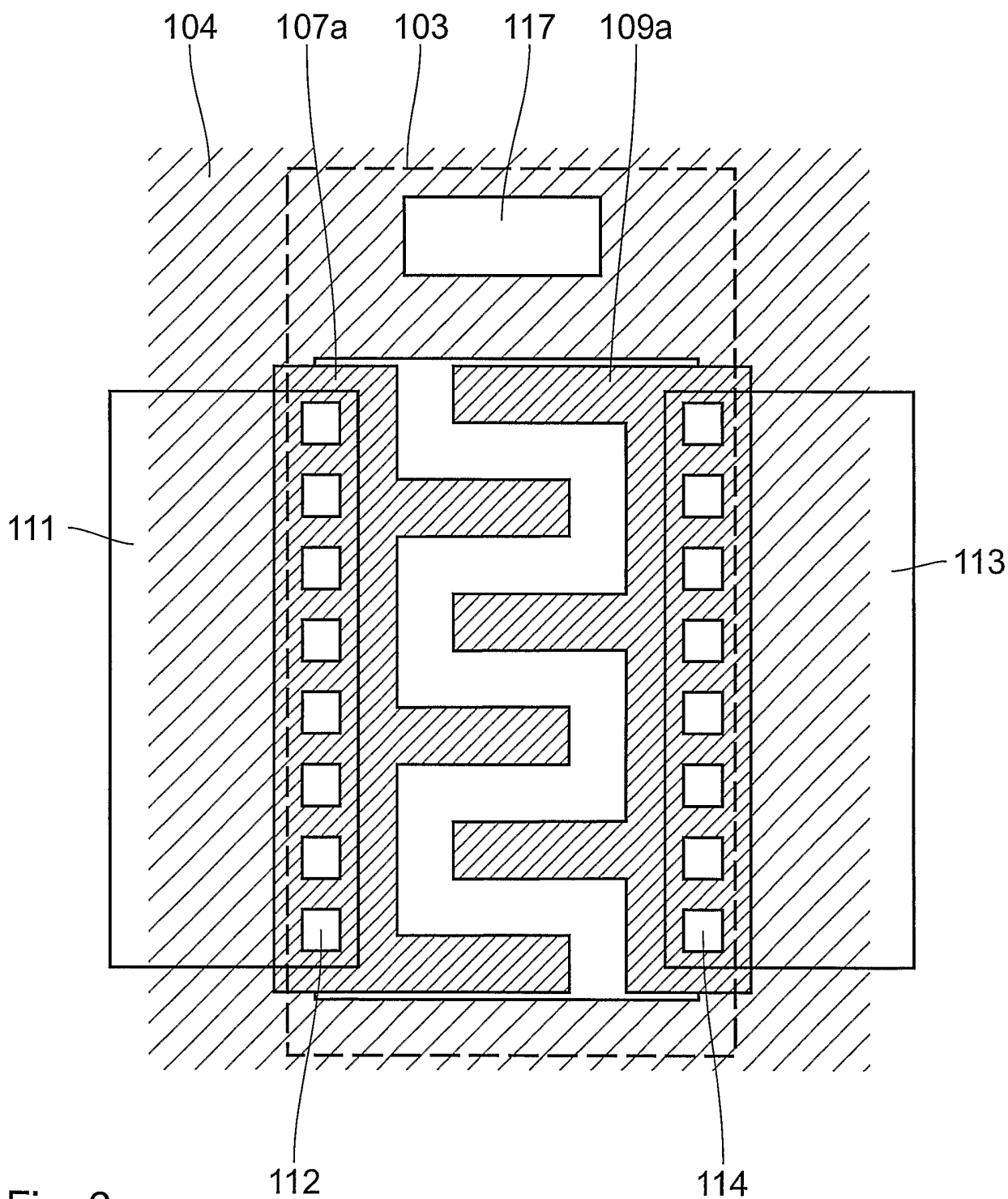


Fig. 6

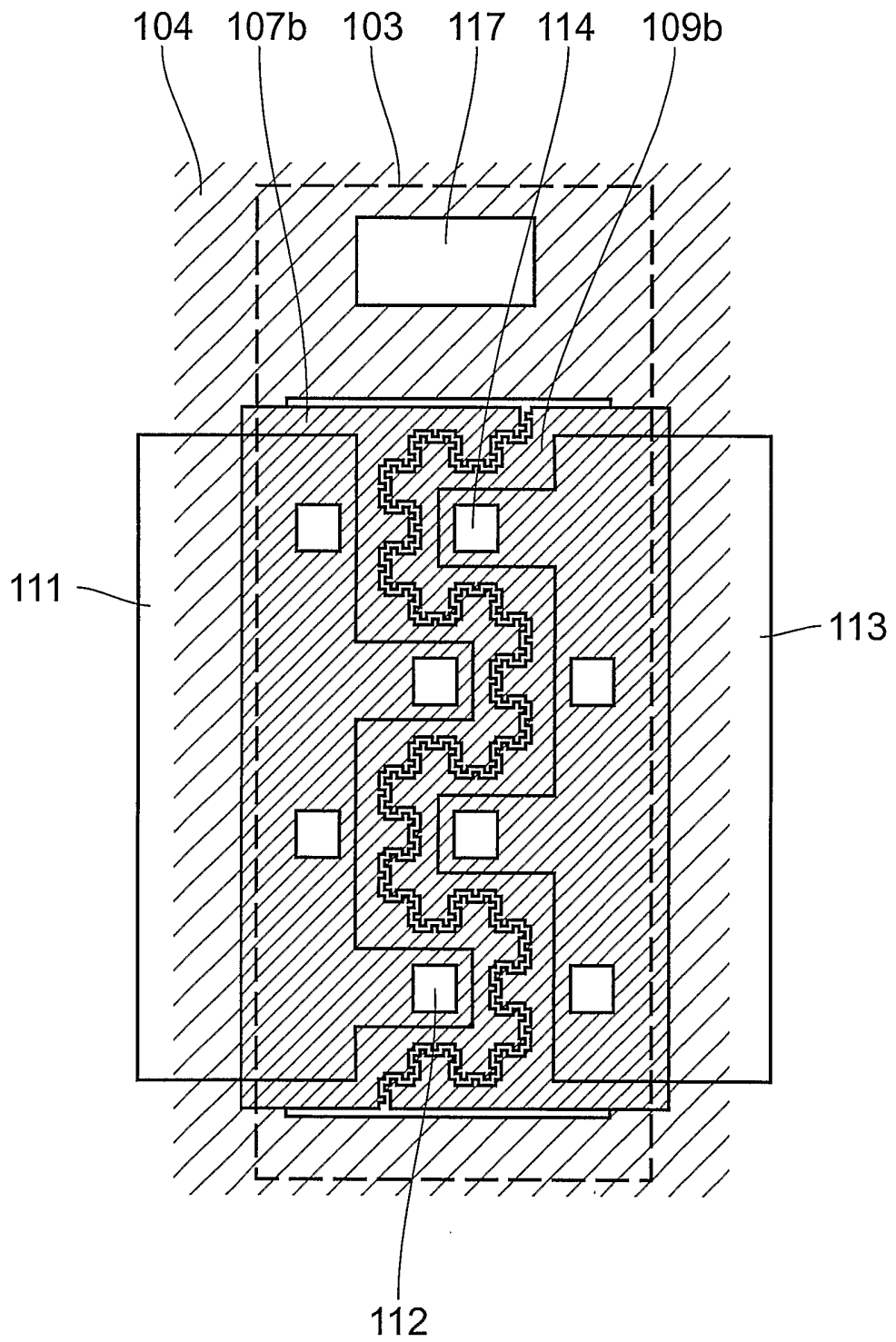


Fig. 7

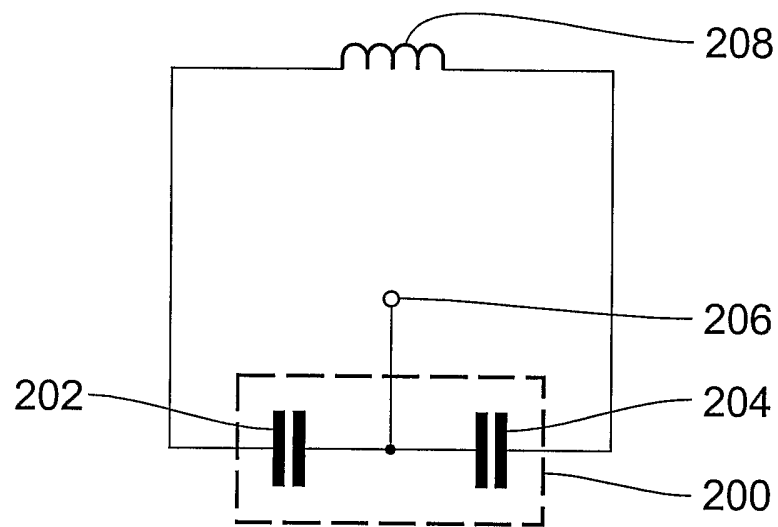


Fig. 8

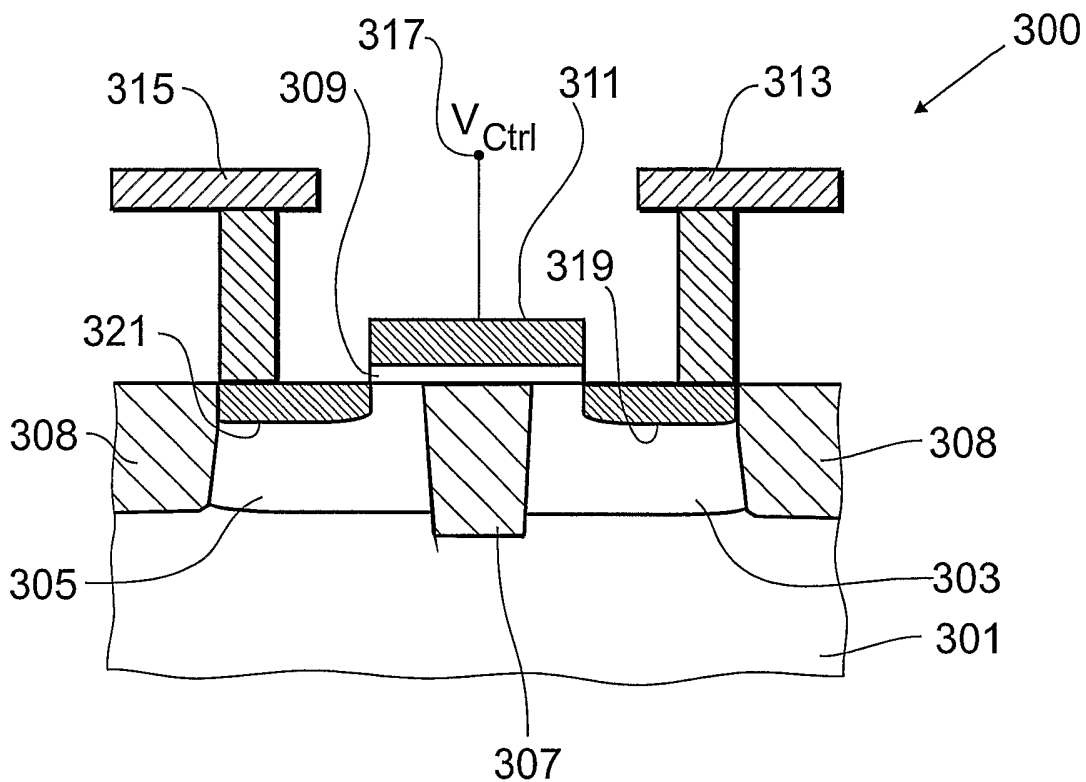


Fig. 9

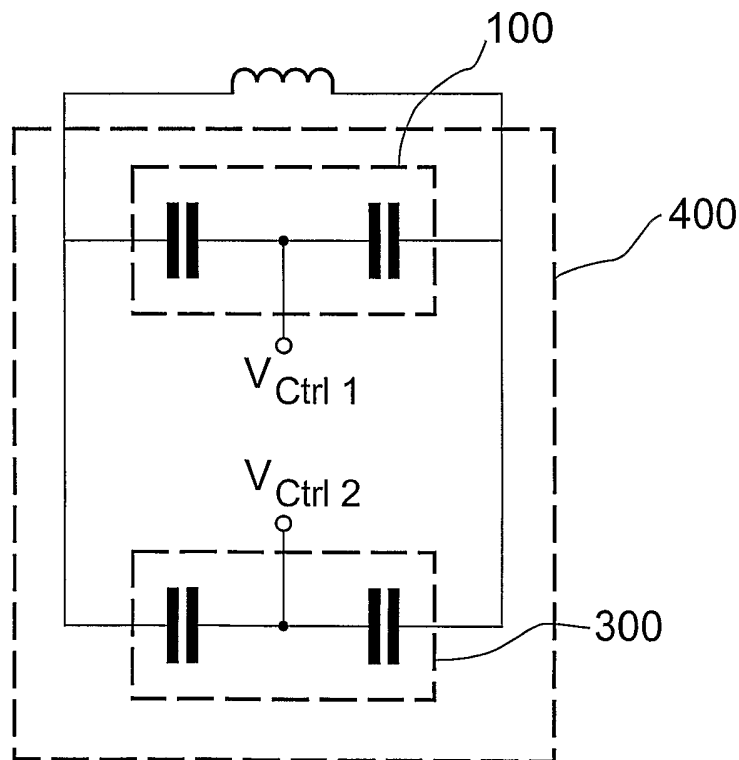


Fig. 10

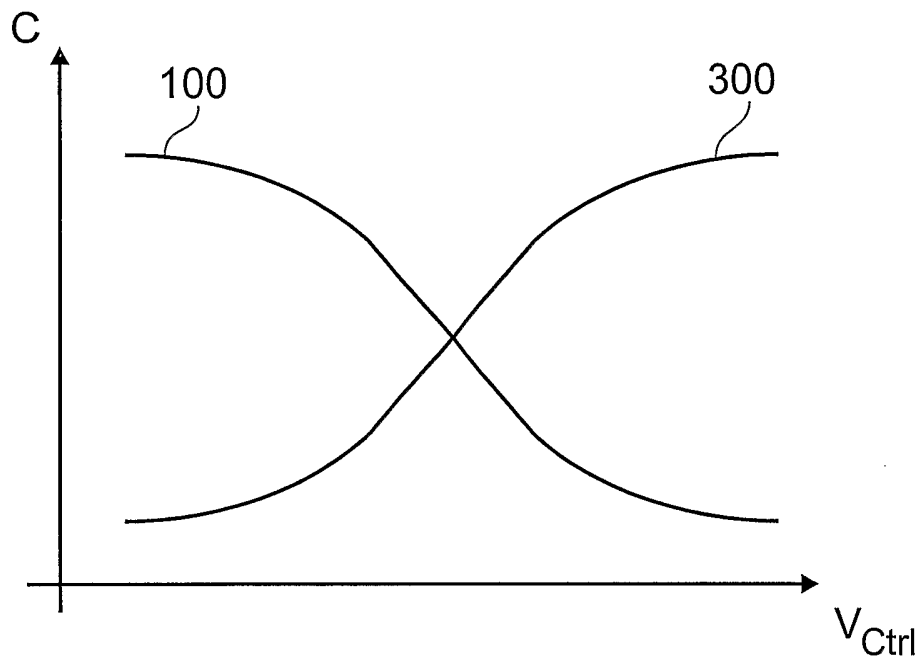


Fig. 11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/05132

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L29/93 H01L29/94 H03B5/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category <sup>o</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 220 194 A (GOLIO JOHN M ET AL) 15 June 1993 (1993-06-15) the whole document ---	1-6, 9, 16
X	EP 0 169 122 A (THOMSON CSF) 22 January 1986 (1986-01-22) the whole document ---	1-4, 6, 10, 16
X	GB 2 060 250 A (CLARION CO LTD) 29 April 1981 (1981-04-29) page 3, line 110 -page 4, column 30; figure 7 ---	1, 2, 10, 11, 16
X	US 4 005 466 A (DAWSON ROBERT HERMAN) 25 January 1977 (1977-01-25) the whole document ---	1, 4, 11, 16
	-/--	

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.<sup>o</sup> Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 October 2003

Date of mailing of the international search report

14/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer:

Baillet, B

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/05132

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 893 831 A (ST MICROELECTRONICS SRL) 27 January 1999 (1999-01-27) the whole document ---	1, 11, 12
X	FR 1 541 097 A (EUROP DES SEMICONDUCTEURS SOC) 4 October 1968 (1968-10-04) the whole document ---	1, 10
X	EP 1 113 498 A (MOTOROLA INC) 4 July 2001 (2001-07-04) the whole document ---	1, 11
A	US 5 283 462 A (STENGEL ROBERT E) 1 February 1994 (1994-02-01) the whole document ---	1, 16, 17
A	US 6 100 770 A (MATTISSON SVEN ERIK ET AL) 8 August 2000 (2000-08-08) cited in the application the whole document -----	1-19



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/05132

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5220194	A	15-06-1993	NONE	
EP 0169122	A	22-01-1986	FR 2567325 A1 DE 3568113 D1 EP 0169122 A1 US 4721985 A	10-01-1986 09-03-1989 22-01-1986 26-01-1988
GB 2060250	A	29-04-1981	JP 55120177 A JP 55120178 A JP 55120173 A JP 55120174 A JP 1474831 C JP 55120175 A JP 63023670 B JP 55121711 A AU 535235 B2 AU 5590080 A DE 3009499 A1 DE 3051034 A1 NL 8001451 A ,B, SE 8001862 A US 4630082 A	16-09-1980 16-09-1980 16-09-1980 16-09-1980 18-01-1989 16-09-1980 17-05-1988 19-09-1980 08-03-1984 18-09-1980 18-09-1980 13-03-1986 16-09-1980 13-09-1980 16-12-1986
US 4005466	A	25-01-1977	NONE	
EP 0893831	A	27-01-1999	EP 0893831 A1 US 6188121 B1	27-01-1999 13-02-2001
FR 1541097	A	04-10-1968	NONE	
EP 1113498	A	04-07-2001	US 6278158 B1 CN 1309401 A EP 1113498 A2 JP 2001210550 A	21-08-2001 22-08-2001 04-07-2001 03-08-2001
US 5283462	A	01-02-1994	JP 5218304 A	27-08-1993
US 6100770	A	08-08-2000	SE 515783 C2 AU 741339 B2 AU 9192498 A BR 9811639 A CN 1270704 T EE 200000047 A JP 2001516955 T SE 9703295 A WO 9913514 A2 TR 200000511 T2	08-10-2001 29-11-2001 29-03-1999 08-08-2000 18-10-2000 16-10-2000 02-10-2001 12-03-1999 18-03-1999 21-06-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/05132

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 H01L29/93 H01L29/94 H03B5/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 220 194 A (GOLIO JOHN M ET AL) 15. Juni 1993 (1993-06-15) das ganze Dokument ---	1-6, 9, 16
X	EP 0 169 122 A (THOMSON CSF) 22. Januar 1986 (1986-01-22) das ganze Dokument ---	1-4, 6, 10, 16
X	GB 2 060 250 A (CLARION CO LTD) 29. April 1981 (1981-04-29) Seite 3, Zeile 110 -Seite 4, Spalte 30; Abbildung 7 ---	1, 2, 10, 11, 16
X	US 4 005 466 A (DAWSON ROBERT HERMAN) 25. Januar 1977 (1977-01-25) das ganze Dokument ---	1, 4, 11, 16
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>a</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Oktober 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/10/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Baillet, B

## INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/05132

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 893 831 A (ST MICROELECTRONICS SRL) 27. Januar 1999 (1999-01-27) das ganze Dokument ---	1,11,12
X	FR 1 541 097 A (EUROP DES SEMICONDUCTEURS SOC) 4. Oktober 1968 (1968-10-04) das ganze Dokument ---	1,10
X	EP 1 113 498 A (MOTOROLA INC) 4. Juli 2001 (2001-07-04) das ganze Dokument ---	1,11
A	US 5 283 462 A (STENGEL ROBERT E) 1. Februar 1994 (1994-02-01) das ganze Dokument ---	1,16,17
A	US 6 100 770 A (MATTISSON SVEN ERIK ET AL) 8. August 2000 (2000-08-08) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-19

## INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/05132

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5220194	A	15-06-1993	KEINE	
EP 0169122	A	22-01-1986	FR 2567325 A1	10-01-1986
			DE 3568113 D1	09-03-1989
			EP 0169122 A1	22-01-1986
			US 4721985 A	26-01-1988
GB 2060250	A	29-04-1981	JP 55120177 A	16-09-1980
			JP 55120178 A	16-09-1980
			JP 55120173 A	16-09-1980
			JP 55120174 A	16-09-1980
			JP 1474831 C	18-01-1989
			JP 55120175 A	16-09-1980
			JP 63023670 B	17-05-1988
			JP 55121711 A	19-09-1980
			AU 535235 B2	08-03-1984
			AU 5590080 A	18-09-1980
			DE 3009499 A1	18-09-1980
			DE 3051034 A1	13-03-1986
			NL 8001451 A ,B,	16-09-1980
			SE 8001862 A	13-09-1980
			US 4630082 A	16-12-1986
US 4005466	A	25-01-1977	KEINE	
EP 0893831	A	27-01-1999	EP 0893831 A1	27-01-1999
			US 6188121 B1	13-02-2001
FR 1541097	A	04-10-1968	KEINE	
EP 1113498	A	04-07-2001	US 6278158 B1	21-08-2001
			CN 1309401 A	22-08-2001
			EP 1113498 A2	04-07-2001
			JP 2001210550 A	03-08-2001
US 5283462	A	01-02-1994	JP 5218304 A	27-08-1993
US 6100770	A	08-08-2000	SE 515783 C2	08-10-2001
			AU 741339 B2	29-11-2001
			AU 9192498 A	29-03-1999
			BR 9811639 A	08-08-2000
			CN 1270704 T	18-10-2000
			EE 200000047 A	16-10-2000
			JP 2001516955 T	02-10-2001
			SE 9703295 A	12-03-1999
			WO 9913514 A2	18-03-1999
			TR 200000511 T2	21-06-2000