

PATENTSCHRIFT 1 46 229

Patentbibliothek
des AfEP

Wirtschaftspatent

erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11)	146 229	(44)	28.01.81	Int. Cl. ³ 3(51) H 03 K 17/30
(21)	WP H 03 K / 215 599	(22)	18.09.79	

(71) siehe (72)

(72) Krahel, Ingomar, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) Technische Universität Dresden, Direktorat für Forschung,
BfSN, 8027 Dresden, Mommsenstraße 13

(54) Integrierter bistabiler Halbleiterschalter

(57) Die Erfindung betrifft einen integrierten bistabilen Halbleiterschalter, bestehend aus zwei komplementären Transistoren, deren Basis direkt mit den Kollektoren des jeweils anderen Transistors verbunden sind, mit etwa gleicher Ansteuermöglichkeit an den Basisknoten. Das Ziel der Erfindung ist die Erweiterung des Einsatzgebietes der genannten Halbleiterschalter. Die Erfindung löst die Aufgabe, den Halbleiterschalter der genannten Art ohne Beeinflussung der Eigenschaften der weiteren auf dem Substrat angeordneten Transistoren mikroelektronisch so zu realisieren, daß er mit gleichartigen Bauelementen an den Basisknoten ansteuerbar ist. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß, ausgehend von einer bekannten Ausführung mit einem vertikal angeordneten npn-Transistor und einem lateralen pnp-Transistor das n-Gebiet zwischen den beiden lateralen p-Gebieten eingeschnürt ist. - Figur -

Integrierter bistabiler Halbleiterschalter

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen integrierten bistabilen Halbleiterschalter, bestehend aus zwei komplementären Transistoren, deren Basis direkt mit den Kollektoren des jeweils anderen Transistors verbunden sind, mit etwa gleicher Ansteuerungsmöglichkeit an den Basisknoten.

Charakteristik der bekannten technischen Lösung

Halbleiterschaltungen mit komplementären Transistoren der eingangs genannten Schaltungsart sind sowohl in diskreter als auch in integrierter Ausführung bekannt.

In der DE-OS 27 30 344 werden zwei integrierte Ausführungen beschrieben. Einmal sind die Transistoren gemischt angeordnet, der npn-Transistor vertikal und der pnp-Transistor lateral, zum anderen sind beide komplementären Transistoren platzsparend untereinander realisiert. Beiden Anordnungen ist gemeinsam, daß sie sich durch zwei gleichartige Elemente an den Basisknoten nicht ein- oder ausschalten lassen. Die an den Basisknoten herausfließenden Ströme sind durch die gemeinsame Herstellung aller Transistoren auf einem Substrat mit der Forderung möglichst hoher Stromverstärkungsfaktoren extrem unterschiedlich. Es ist darum erforderlich, entweder umfangreiche, vor allem platzraubende, zusätzliche Beschaltungen zu realisieren oder den Halblei-

terschalter nur in seiner bisher bevorzugten Anordnung, mit Spannungssteuerung am Emitter des einen Transistors, einzusetzen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Erweiterung des Einsatzgebietes der genannten Halbleiterschalter.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung löst die Aufgabe, den Halbleiterschalter der genannten Art ohne Beeinflussung der Eigenschaften der weiteren auf dem Substrat angeordneten Transistoren mikroelektronisch so zu realisieren, daß er mit gleichartigen Bauelementen an den Basisknoten ansteuerbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß, ausgehend von einer bekannten Ausführung mit einem vertikal angeordnetem npn-Transistor und einem lateralen pnp-Transistor, das n-Gebiet zwischen den beiden lateralen p-Gebieten eingeschnürt ist. Vorzugsweise ist von der Oberfläche aus um das p-Gebiet, das allein zum pnp-Transistor gehört, ein n^+ -Gebiet als Ring gelegt, der zwischen den beiden lateralen p-Gebieten ein Stück offen gelassen ist. Eine andere bevorzugte Ausführung zeichnet sich dadurch aus, daß eine zur Trennung von Schaltungsteilen auf einem Substrat an sich bekannte Isolation, z.B. aus Siliziumoxid, die beiden lateralen p-Gebiete eng umschließt, das n-Gebiet zwischen ihnen einschnürt und neben dem p-Gebiet, das allein zum pnp-Transistor gehört, eine Fläche für ein n^+ -Gebiet freiläßt.

Es versteht sich, daß die Dotierungsart der einzelnen Gebiete mit einem n-Substrat bzw. einer p-Epitaxischicht als Ausgangsmaterial zu wechseln ist.

Durch die erfindungsgemäße Einschnürung des n-Gebietes zwischen den beiden lateralen p-Gebieten wird die aktive Basisfläche des lateralen Transistors verkleinert. Damit wird gezielt, unabhängig von der mikroelektronischen Ausführung

der anderen Transistoren, der Kollektorstrom des pnp-Transistor verhältnismäßig verringert und der Basisstrom verhältnismäßig erhöht. Die Strombilanz in beiden Basisknoten kann damit eingestellt werden. Die Veränderung ist soweit möglich, daß der Halbleiterschalter mit gleichartigen Bauelementen an den Basisknoten ansteuerbar ist.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung ist an Hand mehrerer Ausführungsbeispiele erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäß ausgebildeten pnpn- Bauelementes

Fig. 2: eine Schnittansicht eines erfindungsgemäß ausgebildeten pnpn-Aufbaus

Fig. 3: eine Draufsicht zur Darstellung des Bauelementes von Fig. 2

Fig. 4: eine Schnittansicht eines weiteren erfindungsgemäß ausgebildeten pnpn-Aufbaus

Fig. 5: eine Draufsicht zur Darstellung des Bauelementes nach Fig. 4

Fig. 6: eine Schnittansicht eines dritten erfindungsgemäß ausgebildeten pnpn-Aufbaus

Das Schaltbild eines erfindungsgemäß ausgebildeten gesteuerten pnpn- Halbleiterschalters ist in Fig. 1 dargestellt. Hiernach umfaßt der bistabile Halbleiterschalter einen npn- Transistor T1 und einen pnp- Transistor T2, wobei die Basis eines jeden Transistors mit dem Kollektor des jeweils anderen Transistors verbunden ist. Der bistabile Halbleiterschalter weist einen Kollektoranschluß K, einen Emitteranschluß E und zwei Basisanschlüsse B1, B2 auf. Ein positiver Strom I_{B1} sperrt den Schalter bei angelegter positiver Spannung an dem Kollektor bezüglich des Emitters E.

Der Querschnitt einer beispielhaften, erfindungsgemäßen Ausführungsform des gesteuerten Halbleiterschalters ist in Fig. 2 dargestellt. Hiernach ist eine n-leitende epitaktische Schicht 200 auf einem p-leitenden Substrat 201 vorge-

sehen, in das vor dem Aufwachsen der epitaktischen Schicht 200 eine n^+ -Wanne 202, ein niederohmig begrabenes Gebiet, eindiffundiert worden ist. Die p^+ -Diffusion 210 dient zur Isolation des bistabilen Halbleiterschalters gegenüber anderen Vorrichtungen auf dem Chip. Der pnpn-Halbleiterschalter besteht aus einer p-Zone 203, in die eine n^+ -Zone 204 eindiffundiert und so gelegen ist, daß sie vollständig von der p-Zone 203 umschlossen wird, einer zweiten p-Zone 205, die sich in geringem Abstand zur p-Zone 203 befindet, einer n^+ -Zone 206, die teilweise um die p-Zone 205 diffundiert ist und diese berührt.

Somit bildet sich in lateraler Form zwischen der p-Zone 205, der epitaktischen Schicht 200 und der p-Zone 203 ein pnp-Transistor aus. Ein npn-Transistor bildet sich in vertikaler Form durch die n^+ -Zone 203 und der epitaktischen Schicht 200. Die Basis des pnp-Transistors und der Kollektor des npn-Transistors sind durch die epitaktische Schicht 200 und die vergrabene n^+ -Zone 202 verbunden. Die p-Zone 203 stellt den Kollektor des pnp-Transistors dar.

Der ohmsche Kontakt 211 zur n^+ -Zone 206 liefert den Basisanschluß B2, der ohmsche Kontakt 207 zur p-Zone 205 den Kollektorkontakt K des bistabilen Halbleiterschalters, der ohmsche Kontakt 208 zur n^+ -Zone 204 liefert den Emitteranschluß E des bistabilen Halbleiterschalters und der ohmsche Kontakt 209 zur p-Zone 203 den Basisanschluß B1.

Durch einfache Variierung der Größe und Form der n^+ -Zone 206 läßt sich die Richtung der Löcherinjektion aus der p-Zone 205 in die epitaktische Schicht 200 steuern und damit die Größe des Einschaltstromes I_{B2} und Ausschaltstromes I_{B1} bestimmen. Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf ein Halbleiterchip und zeigt die Anordnung eines bistabilen Halbleiterschalters, der sich isoliert von anderen Vorrichtungen auf dem gleichen Chip befindet. Außer auf der linken, oberen Seite ist der bistabile Halbleiterschalter mit weggelassener Oxidschicht und Metallisierung gezeichnet. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, umgrenzt die p^+ -Zone 210 den bistabilen Halbleiterschalter vollständig und erstreckt sich

bis in die p-Zone 201, um die gewünschte Isolation zu erzeugen.

Der Querschnitt einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist in Fig. 4 dargestellt. Hiernach ist eine n-leitende epitaktische Schicht 400 auf einem p-leitenden Substrat 401 vorgesehen, in das vor dem Aufwachsen der epitaktischen Schicht 400 ein niederohmig vergrabenes n^+ -Gebiet 402 eindiffundiert worden ist.

Der pnpn-Halbleiterschalter besteht aus einer p-Zone 405, die sich in geringem Abstand zur p-Zone 403 befindet, in die eine n^+ -Wanne 404 eindiffundiert ist, einer n-epitaktischen Schicht 400 und einer weiteren n^+ -Zone 410.

So bildet sich in einer lateralen Form zwischen der p-Zone 405, der epitaktischen Schicht 400 und der p-Zone 403 ein pnp-Transistor aus. Ein npn-Transistor bildet sich in vertikaler Form durch die n^+ -Zone 404, die p-Zone 403 und die epitaktische Schicht 400. Die Basis des pnp-Transistors und der Kollektor des npn-Transistors sind durch die epitaktische Schicht 400 und das n^+ -vergrabene Gebiet 402 verbunden. Die p-Zone 403 stellt den Kollektor des pnp-Transistors dar.

Der ohmsche Kontakt 411 zur n^+ -Zone 410 liefert den Basisanschluß B2, der ohmsche Kontakt 407 zur p-Zone 405 den Kollektorkontakt K des bistabilen Halbleiterschalters, der ohmsche Kontakt 408 zur n^+ -Zone 404 liefert den Emitteranschluß E des bistabilen Halbleiterschalters und der ohmsche Kontakt 409 zur p-Zone 403 den Basisanschluß B1.

Um den gesamten bistabilen Halbleiterschalter verläuft eine Siliziumoxidzone 406, die sich bis in die p-Zone 401 erstreckt, und den bistabilen Schalter von anderen Vorrichtungen auf dem Chip isoliert. Durch Realisierung eines schmalen Steges der Siliziumoxidzone 406 zwischen der p-Zone 403 und der p-Zone 405 und durch Varrierung der Größe des Steges läßt sich auf diese Weise der Transferstrom des pnp-Lateraltransistors einstellen und damit die Größe des Einschaltstromes I_{B2} und des Ausschaltstromes I_{B1} .

Um trotz dieser Maßnahmen eine niederohmige Verbindung der

n-epitaktischen Zone 400 im gesamten Halbleiterschalter zu ermöglichen, wird die n^+ -Zone 402 so tief in die p-Zone diffundiert, daß die Siliziumoxidzone 406 zwischen den beiden p-Zonen 403 und 405 das p-Substrat 402 nicht erreichen kann.

Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf ein Halbleiterchip und zeigt die Anordnung eines bistabilen Halbleiterschalters, der sich isoliert von anderen Vorrichtungen auf dem gleichen Chip befindet. Außer auf der linken, oberen Seite ist der bistabile Halbleiterschalter mit weggelassener Oxidschicht und Metallisierung dargestellt. Da die isolierende Zone 406 aus Siliziumoxid besteht, kann sie beim Umschließen des bistabilen Halbleiterschalters die p-Zone 405 und die n^+ -Zone 410 schneiden. Damit ergibt sich aus Fig. 5 im Vergleich zu Fig. 3 zusätzlich ein günstigerer Flächenbedarf.

Der Querschnitt einer dritten erfindungsgemäßen Ausführungsform ist in Fig. 6 dargestellt. In ein p-Substrat 600 wird eine n-Wanne 601 diffundiert. Der pnpn-Schalter besteht aus einer p-Zone 602, in die eine n^+ -Wanne 603 eindiffundiert und so gelegen ist, daß sie vollständig von der p-Zone 602 umschlossen wird, einer zweiten p-Zone 604, die sich in geringem Abstand zur p-Zone 602 befindet, einer n^+ -Zone 605, die teilweise um die p-Zone 604 diffundiert ist und diese berührt. Somit bildet sich in lateraler Form zwischen der p-Zone 604, der n-Zone 601 und der p-Zone 602 ein pnp-Transistor aus. Ein npn-Transistor bildet sich in vertikaler Form durch die n^+ -Zone 603, die p-Zone 602 und die n-Zone 601.

Der ohmsche Kontakt 609 zur n^+ -Zone 605 liefert den Basisanschluß B2, der ohmsche Kontakt 608 zur p-Zone 604 den Kollektorkontakt K des bistabilen Halbleiterschalters, der ohmsche Kontakt 607 zur n^+ -Zone 603 liefert den Emitteranschluß E des Halbleiterschalters und der ohmsche Kontakt 606 zur p-Zone 602 den Basisanschluß B1.

Durch einfache Variierung der Größe und Form der n^+ -Zone 605 läßt sich die Richtung der Löcherinjektion aus der

p-Zone 604 in die n-Zone 601 steuert und damit die Größe des Einschaltstromes I_{B2} und Ausschaltstromes I_{B1} bestimmt. Im Vergleich zur ersten Ausführungsform nach Fig. 2 stellt die p-Zone 600 als Substrat gleichzeitig die Isolation des bistabilen Halbleiterschalters zu anderen Vorrichtungen auf dem gleichen Chip her.

Erfindungsanspruch

1. Integrierter bistabiler Halbleiterschalter, bestehend aus zwei komplementären Transistoren, deren Basis direkt mit den Kollektoren des jeweils anderen Transistors verbunden sind, wobei im Substrat bzw. in der Epitaxieschicht des Substrats, bezogen auf ein p-Substrat bzw. eine n-Epitaxieschicht, die Zonen des npn-Transistors vertikal und die des pnp-Transistors lateral gelegen sind, gekennzeichnet dadurch, daß das n-Gebiet zwischen den beiden lateralen p-Gebieten eingeschnürt ist.
2. Integrierter bistabiler Halbleiterschalter nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß von der Oberfläche aus um das p-Gebiet, das allein zum pnp-Transistor gehört, ein n^+ -Gebiet als Ring gelegt ist, der zwischen den lateralen p-Gebieten ein Stück offen gelassen ist.
3. Integrierter bistabiler Halbleiterschalter nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß eine zur Trennung von Schaltungsteilen auf einem Substrat an sich bekannte Isolation, z.B. aus Siliziumoxid, die beiden lateralen p-Gebiete eng umschließt, das n-Gebiet zwischen ihnen einschnürt und neben dem p-Gebiet, das allein zum pnp-Transistor gehört, eine Fläche für ein n^+ -Gebiet freiläßt.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

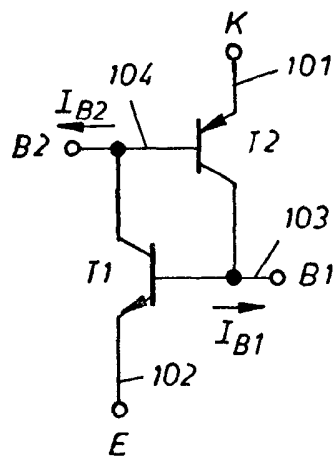


Fig. 1

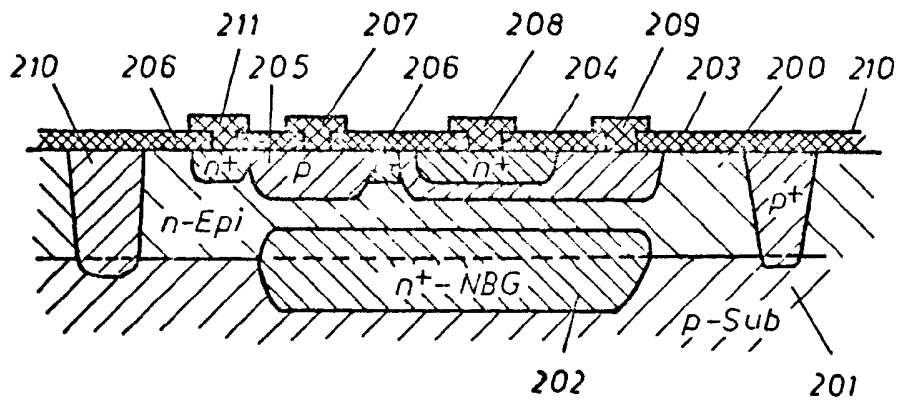


Fig. 2

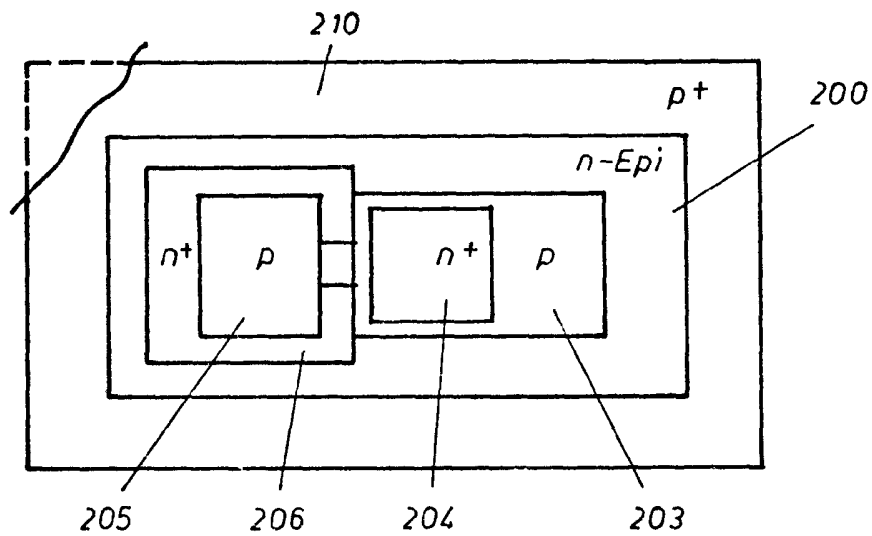


Fig. 3

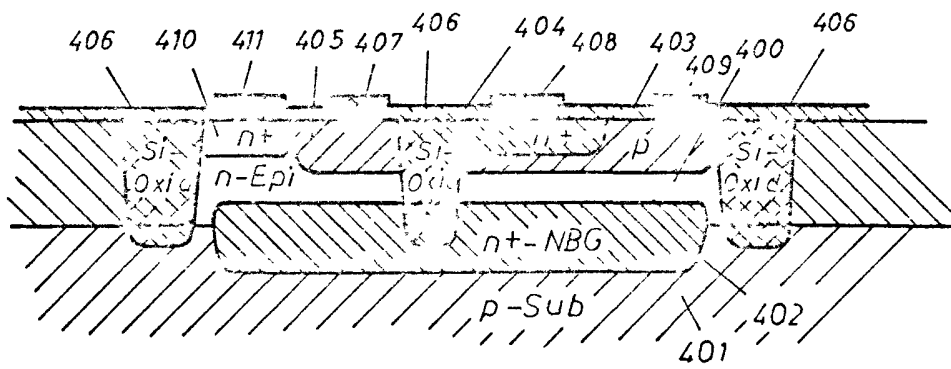


Fig. 4

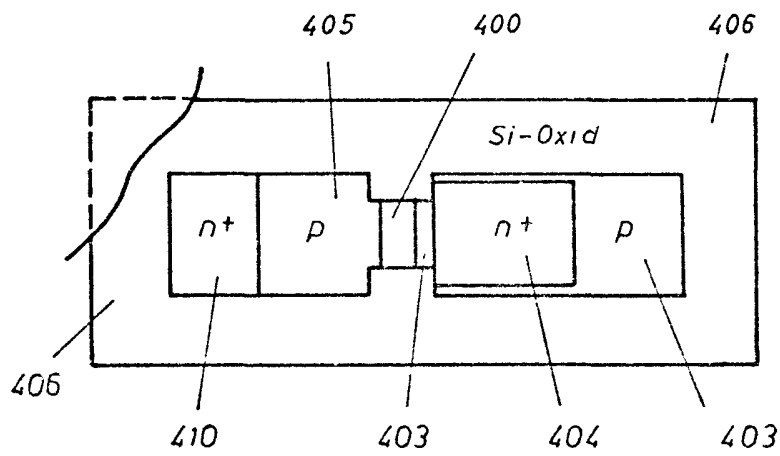


Fig. 5

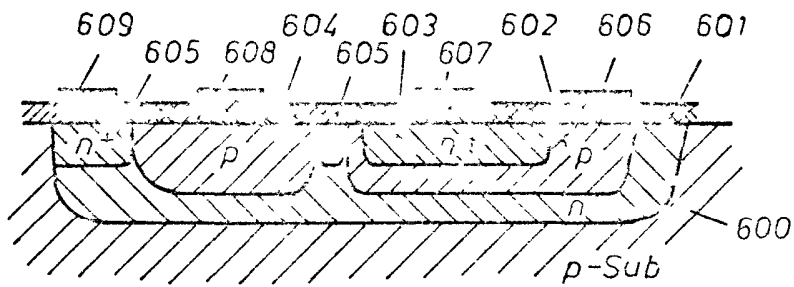


Fig. 6