



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 199407

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 29.12.77
(21) (PV 9005-77)

Právo přednosti od
od 06.01.77 (2441385),
od 01.11.77 (2537101) a
od 11.11.77 (2537006)

(51) Int. Cl.³

H 01 L 27/00

(40) Zveřejněno 31.10.79
(45) Vydáno 31.01.83

(75)
Autor vynálezu

N a z a r j a n Artašes Rubenovič,
K r e m l e v Vjačeslav Jakovlevič,
K o k i n Viljam Nikolajevič,
S l a d k o v Viktor Ivanovič
V e n k o v Boris Valentinovič, Moskva a
L a v r o Vadim Valerjevič, Khimki (SSSR)

(54)

INJEKČNÍ INTEGROVANÝ OBVOD

Vynález se týká injekčního integrovaného obvodu, zahrnujícího proudový generátor a n-kanálový tranzistor, řízený elektrickým polem, jehož hradlo je spojeno s proudovým generátorem a vstupní elektrodou obvodu, elektroda S je uzemněna a elektroda D spojena s výstupní elektrodou obvodu.

Vynález má vztah k oblasti mikroelektroniky a týká se, přesněji řečeno, injekčních integrovaných obvodů s vysokým stupněm integrace, jež jsou určeny především k použití v číslicových zařízeních.

Jsou známy injekční integrované obvody zahrnující proudový generátor a n-kanálový tranzistor řízený elektrickým polem, jehož hradlo je spojeno s proudovým generátorem a vstupní elektrodou obvodu, elektroda S je uzemněna a elektroda D je spojena s výstupní elektrodou obvodu.

Známé injekční integrované obvody jsou poměrně pomalé, což je dáno nahromaděním nadbytečného náboje nositelů, injektovaných p-n přechodem hradlo-elektroda S, v oblasti elektrody S. V daném obvodu se při ke zkrácení doby nabíjení kapacit struktury potřebném zvětšení nabíjecího proudu zvyšuje náboj, nahromaděný v oblasti elektrody S, a tím narůstá doba, která je potřebná pro jeho vymizení, t.j. narůstá celková doba zpoždění v sepnutí obvodu. Vedle toho se takový obvod vyznačuje též poměrně velkou plochou, vymezenou bočním zaběhnutím pod maskující kysličník příměsí při formování hradla tranzistoru řízeného elektrickým polem, a též nutností rezervy potřebné ke spojení okének fotošablony pro kontakty s hradlovou oblastí i oblastí elektrody D a okének

fotošablony pro difúzi příměsí do hradlové oblasti při formování oblasti elektrody D.

Základním cílem tohoto vynálezu je zvýšení rychlosti činnosti injekčního integrovaného obvodu.

Druhým cílem tohoto vynálezu je zvýšení hustoty stavby injekčního integrovaného obvodu.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že v injekčním integrovaném obvodu, zahrnujícím proudový generátor a n-kanálový tranzistor řízený elektrickým polem, jehož hradlo je spojeno s proudovým generátorem a vstupní elektrodou obvodu, elektroda S uzemněna a elektroda D spojena s výstupní elektrodou obvodu, je podle vynálezu hradla tranzistoru řízeného elektrickým polem provedeno v podobě nejméně jednoho neinjektujícího usměrňujícího kontaktu.

K rozšíření funkcionálních možností obvodu je účelné, aby tranzistor řízení elektrickým polem byl proveden s dvěma neinjektujícími kontakty a byla zavedena doplňková vstupní elektroda, přičemž druhý kontakt je třeba spojit s touto doplňkovou vstupní elektrodou.

Ke zvýšení hustoty stavby injekčního integrovaného obvodu je účelné použít na místě proudového generátoru bipolární tranzistor s kovovým kolektorem, společným s hradlem tranzistoru řízeného elektrickým polem.

Je rovněž účelné provést integrovaný obvod jako polovodičovou strukturu s proudovým generátorem v podobě bipolárního planárního tranzistoru a s planárním tranzistorem řízeným elektrickým polem s hradlovou oblastí, umístěnou na povrchu podložky a s kovovými spoji uvnitř obvodu, rozloženými na maskujícím dielektriku; hradlové oblasti tranzistoru řízeného elektrickým polem je třeba provést v podobě úseků vnitřních obvodových spojů, umístěných na nemaskovaných úsecích povrchu podložky a chráněných shora dielektrikem, nad nímž je umístěna oblast elektrody D takovým způsobem, aby vytvářela ohmický kontakt s podložkou v úseku překrývaném oblastmi prostorového náboje neinjektujícími usměrňujícími kontakty hradlových oblastí.

Pro zjednodušení technologie je účelné umístit v podložce integrovaného obvodu, ve vzdálenosti od povrchu, která nepřesahuje tloušťku vrstvy prostorového náboje neinjektujícího usměrňujícího kontaktu hradlové oblasti, doplňkovou oblast opačného typu vodivosti, než je typ vodivosti podložky, a to takovým způsobem, aby tato doplňková oblast zcela překryla ohmický kontakt elektrody D s podložkou.

V dalším textu je tento vynález vysvětlen popisem konkrétních variant jeho provedení a příloženými výkresy, na nichž podle vynálezu představuje obr. 1 základní elektrické schéma injekčního integrovaného obvodu, logického ventilu "NEBO-NE", obr. 2 schematicky polovodičovou strukturu téhož ventilu, jako je na obr. 1, a to při pohledu shora, obr. 3 schematicky polovodičovou strukturu téhož ventilu jako na obr. 1, a to v příčném řezu, obr. 4 schematicky polovodičovou strukturu ventilu s dvěma vstupy, s proudovým generátorem, provedeným jako bipolární tranzistor s metalickým kolektorem, společným s hrad-

lem tranzistoru řízeného elektrickým polem, a to v pohledu shora, obr. 5 schematicky planární polovodičovou strukturu tranzistoru řízeného elektrickým polem s hradlovými oblastmi provedenými v podobě úseků vnitřních obvodových spojů, a to v příčném řezu, obr. 6 schematicky polovodičovou strukturu tranzistoru řízeného elektrickým polem s doplňkovou oblastí opačného typu vodivosti, než je typ vodivosti substrátu, a to v příčném řezu.

Na obr. 1 je uvedeno základní elektrické schéma jedné z variant vynálezu navrhovaného logického integrovaného obvodu - logického ventilu.

Logický ventil zahrnuje proudový generátor, provedený jako bipolární tranzistor 1, jehož emitor 2 je spojen s elektrodou 3 napájecího obvodu (na obr. 1 není uveden), báze 4 je spojena se zemnicí elektrodou 5 a kolektory 6 a 6' jsou odpovídajícím způsobem spojeny se vstupními elektrodami 7 a 7' logického ventilu. Logický ventil zahrnuje kromě toho n-kanálový tranzistor, řízený elektrickým polem 8 s oblastí 9 elektrody 8, spojenou se zemnicí elektrodou 5, s oblastí 10 elektrody D, spojenou s výstupní elektrodou 11 a hradlovými oblastmi 12 a 12', provedenými jako neinjektovací usměrňující kontakty a spojenými odpovídajícím způsobem se vstupními elektrodami 7 a 7' logického ventilu.

Ve variantě obvodu podle obr. 1 je hradlo oblastí 12 a 12' tranzistoru 8, řízeného elektrickým polem, provedeno jako dva neinjektující usměrňující kontakty, přičemž druhý kontakt je spojen s doplňkovou vstupní elektrodou 7'.

Na obr. 2 je schematicky bez měřítka znázorněna polovodičová struktura téhož logického ventilu jako na obr. 1.

Označení základních prvků na obr. 2 je shodné s označením na obr. 1. Proudový generátor, provedený jako bipolární tranzistor 1 a tranzistor 8 řízený elektrickým polem, je zaformován ve společném polovodičovém substrátu 13, majícím n-typ vodivosti, přičemž bazová oblast 4 tranzistoru 1 a oblast 9 elektrody 8 n-kanálového tranzistoru 8 řízeného elektrickým polem jsou společné.

Na obr. 3 je schematicky znázorněna tatáž polovodičová struktura jako na obr. 2, rovněž označení základních prvků je shodné s označením na obr. 2. Oblast 10 elektrody D tranzistoru 8 řízeného elektrickým polem je umístěna mezi neinjektujícími usměrňujícími kontakty hradlových oblastí 12 a 12', čárkovaně jsou znázorněny hranice vrstev prostorového náboje usměrňujících kontaktů hradlových oblastí 12 a 12' v substrátu 13.

Na obr. 4 je schematicky znázorněna polovodičová struktura logického ventilu s dvěma vstupy, s proudovým generátorem v podobě bipolárního tranzistoru s metalickými kolektory, jež jsou společné s hradly tranzistoru řízeného elektrickým polem. V dané struktuře jsou metalické kolektory 6 a 6' bipolárního tranzistoru společné s hradlovými oblastmi 12 a 12', provedenými v podobě přechodů kov-polovodič typu diod Schottkyho.

Zvýšení hustoty stavby integrovaného obvodu se v dané konstrukci dosahuje tím, že jsou výše uvedené oblasti kolektorů $\underline{6}$, $\underline{6'}$ a hradel $\underline{12}$, $\underline{12'}$ společné a jsou tím tedy odstraněny spoje mezi kolektory $\underline{6}$ a $\underline{6'}$ s hradlovými oblastmi $\underline{12}$ a $\underline{12'}$. Je třeba poznamenat, že takové provedení společných oblastí je možné díky realizaci proudového generátoru v podobě bipolárního tranzistoru s metalickým kolektorem.

Na obr. 5 je schematicky znázorněna planární polovodičová struktura n-kanálového tranzistoru $\underline{8}$ řízeného elektrickým polem, patřící do sestavy integrovaného obvodu logického ventilu, jehož základní elektrické schéma je uvedeno na obr. 1. Zbývající část obvodu může být provedena tak, jak to ukazuje obr. 4.

Vynálezem navrhovaná konstrukce integrovaného obvodu s tranzistorem řízeným elektrickým polem s hradlovými oblastmi v podobě neinjektujících kontaktů umožnila provést hradlové oblasti $\underline{12}$ a $\underline{12'}$ v podobě úseků s vnitřními kovovými spoji obvodu $\underline{14}$, spočívajícími na úsecích substrátu $\underline{13}$, jež nejsou zakryty maskujícím dielektrikem $\underline{15}$. Takové provedení konstrukce zajišťuje možnost zhotovení hradlových oblastí $\underline{12}$ a $\underline{12'}$ současně se zhotovením první vrstvy spojů uvnitř obvodu daného integrovaného obvodu.

Umístění oblasti $\underline{10}$ elektrody D nad dielektrikem $\underline{16}$, chránícím spoje $\underline{14}$ uvnitř obvodu, umožňuje zhotovovat oblast $\underline{10}$ elektrody D současně se zhotovením druhé vrstvy spojů uvnitř obvodu (na obr. 6 nejsou uvedeny) daného integrovaného obvodu.

Na obr. 6 je schematicky znázorněna polovodičová struktura ještě jedné varianty provedení tranzistoru řízeného elektrickým polem, který je součástí struktury navrhovaného integrovaného obvodu podle vynálezu. Struktura se liší od struktury výše popsané a znázorněné na obr. 5 tím, že má doplňkovou oblast $\underline{17}$, umístěnou na substrátu $\underline{13}$ ve vzdálenosti "a" od povrchu, přičemž tato vzdálenost nepřesahuje tloušťku vrstvy prostorového náboje neinjektujícího usměrňujícího kontaktu hradlové oblasti $\underline{12}$. Oblast $\underline{17}$ je typu vodivosti, který je opačný typu vodivosti substrátu $\underline{13}$, v daném případě p-typu vodivosti. Oblast $\underline{17}$ je umístěna takovým způsobem, aby zcela překrývala ohmický kontakt $\underline{18}$ oblasti D se substrátem $\underline{13}$. Zavedení doplňkové oblasti $\underline{17}$ umožňuje zvětšit vzdálenost mezi hradlovými oblastmi $\underline{12}$ a $\underline{12'}$ a zjednodušit technologii zhotovení integrovaného obvodu v důsledku zmírnění požadavků na fotošablonu, která se používá při formování hradlových oblastí.

Injekční integrovaný obvod (logický ventil) pracuje následujícím způsobem. Emitorová oblast $\underline{2}$ bipolárního tranzistoru $\underline{1}$ injektuje díry do bázevové oblasti $\underline{4}$, jež se pro bázevovou oblast $\underline{4}$ jeví jako minoritní nositelé náboje. Tito nositelé náboje se komutují oblastmi kolektorů $\underline{6}$ a $\underline{6'}$. Podle napětí na vstupních elektrodách $\underline{7}$ a $\underline{7'}$ může být logický ventil v jednom z následujících stavů.

Bude-li na obě vstupní elektrody $\underline{7}$ a $\underline{7'}$ přivedeno nízké napětí, blízké potenciálu "země", pak nositelé náboje, komutující se přechody oblastí

kolektorů 6 a 6', "stékají" na "zem". Výstupní elektroda 11 při tom nemá galvanickou vazbu se "zemí" - elektrodou 5, a je-li ventil napojen na analogový ventil (na obr. 1 není uveden), pak na elektrodě 11 bude přítomno vysoké napětí, rovnající se uvolňovacímu napětí přechodu mezi hradlovými oblastmi 12 a 12' a oblastí 9 elektrody S.

Přerušeni uvedené galvanické vazby nastane v důsledku překrytí úseku substrátu 13, umístěného mezi elektrodami 11 a 5, a to vrstvami prostorových nábojů uzavřených přechodů mezi hradlovými oblastmi 12, 12' a oblastí 9 elektrody S (vrstvy prostorových nábojů jsou uvedeny na obr. 3 čárkovně).

Bude-li ke vstupním elektrodám 7 a 7' přivedeno vysoké napětí, přesahující uvolňovací napětí přechodů mezi hradlovými oblastmi 12, 12' a oblastí 9 elektrody S, pak existuje mezi elektrodami 11 a 5 galvanická vazba a napětí na výstupu logického členu bude blízké napětí na elektrodě 5 "země". Uvedená galvanická vazba je zabezpečena zmenšením rozměrů oblastí prostorového náboje přechodů mezi hradlovými oblastmi 12, 12' oblastí 9 elektrody S při zvětšení napětí na vstupních elektrodách 7 a 7'.

Bude-li k jedné ze vstupních elektrod 7 nebo 7' přivedeno nízké napětí, pak existují dvě možnosti. První - jestliže měrný odpor oblastí 10 a vzdálenost L mezi hradlovými oblastmi 12 a 12' (obr. 2) jsou voleny tak, aby šířka vrstvy prostorového náboje přechodu mezi hradlovými oblastmi 12 a 9 byla větší nebo rovna vzdálenosti L. Druhá - jestliže šířka vrstvy prostorového náboje uvedeného přechodu je menší než vzdálenost L. V prvním případě existuje elektrická galvanická vazba mezi elektrodami 11 a 5, v druhém případě galvanická vazba mezi elektrodami 11 a "zemí" (elektrodou 5) neexistuje.

Takovýmto způsobem může navrhovaný logický člen v závislosti na strukturně-topologických parametrech (hodnotě L a měrném odporu oblastí 10) plnit logickou funkci "NEBO-NE" nebo "A-NE".

Zvýšení rychlosti v činnosti daného logického členu se dosáhne díky použití neinjektujících usměrňujících kontaktů - přechodů kov-polovodič jako hradlových oblastí 12 a 12' a kolektorových oblastí 6 a 6'. Tím, že nenastává injektování minoritních nositelů náboje z hradlových oblastí 12 a 12', nedochází k nahromadění přebytečného náboje v oblasti 13, čímž se výrazně zkracuje doba přechodových dějů v logickém ventilu při přechodu ze stavu otevřeného do stavu uzavřeného.

Zvláštnost činnosti integrovaného obvodu s tranzistorem řízeným elektrickým polem, uvedeného na obr. 6, spočívá v následujícím. Doplnková oblast 17 brání průchodu proudu od výstupní elektrody 11 k oblastí 9 elektrody S ve směru kolmo k povrchu integrovaného obvodu a zabezpečuje, aby dráha proudu procházela rovnoběžně s povrchem. Jestliže je na hradlových oblastech 12 a 12' přítomen nízký potenciál, vrstva prostorového náboje překrývá cestu průchodu proudu, neboť doplnková oblast 17 zcela překrývá ohmický kon-

takt oblasti 10 elektrody D. Oblast 17 může být spojena se "zemí" nebo na ni může být přivedeno posunutí napětí - předpětí od doplňkového zdroje napětí.

Vynálezem navrhovaný integrovaný obvod se vyznačuje technologičností a může být zhotoven planární technologií, jak s použitím epitaxních fólií, tak i bez nich.

Široké funkcionální možnosti a vysoká rychlost činnosti umožňuje široké využití integrovaného obvodu podle vynálezu při sestavování velkých integrovaných obvodů s vysokou hustotou prvků na krystalu.

P ř e d m ě t v y n á l e z u

1. Injekční integrovaný obvod, obsahující proudový generátor a n-kanálový tranzistor řízený elektrickým polem, jehož hradlo je spojeno s proudovým generátorem a vstupní elektrodou obvodu, elektroda S uzemněna a elektroda D spojena s výstupní elektrodou obvodu, vyznačující se tím, že hradlo (12) tranzistoru (8) řízeného elektrickým polem je provedeno ve formě nejméně jednoho neinjektujícího usměrňovacího kontaktu.

2. Injekční integrovaný obvod podle bodu 1, vyznačující se tím, že tranzistor (8) řízený elektrickým polem obsahuje dva neinjektující kontakty a doplňkovou vstupní elektrodu (7'), přičemž druhý kontakt je spojen s doplňkovou vstupní elektrodou (7').

3. Injekční integrovaný obvod podle bodu 1, vyznačující se tím, že jako proudový generátor je použit bipolární tranzistor (1) s metalickým kolektorem (6, 6'), společným s hradlem (12, 12') tranzistoru (8) řízeného elektrickým polem.

4. Injekční integrovaný obvod podle bodu 1, vyznačující se tím, že na povrchu substrátu (13) umístěné hradlové oblasti (12, 12') tranzistoru (8) řízeného elektrickým polem, provedeného jako planární, jsou provedeny v podobě úseků kovových, na maskujícím dielektriku (15) umístěných, vnitřních spojů obvodu (14), a to úseků přesahujících na nemaskované úseky povrchu substrátu (13) a chráněné shora dielektrikem (16), nad nímž je umístěna oblast (10) elektrody D vytvářející ohmický kontakt (18) se substrátem (13) na úseku překrývaném oblastmi prostorového náboje neinjektujícími usměrňujícími kontakty hradlových oblastí (12, 12'), přičemž proudový generátor je proveden v podobě planárního bipolárního tranzistoru (1).

5. Injekční integrovaný obvod podle bodu 4, vyznačující se tím, že v substrátu (13) je ve vzdálenosti ("a") po povrchu, nepřevyšující tloušťku vrstvy prostorového náboje neinjektujícího usměrňujícího kontaktu hradlové oblasti elektrody S, umístěna doplňková oblast (17) typu vodivosti, který je opačný typu vodivosti substrátu, přičemž doplňková oblast zcela překrývá ohmický kontakt (18) oblasti (10) elektrody D se substrátem (13).

O P R A V A

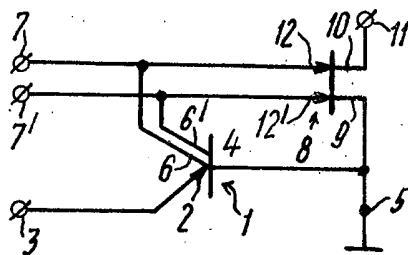
**popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 199 407
(51) Int. Cl³ — H 01 L 27/00**

V popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 199 407 má být
v záhlaví:

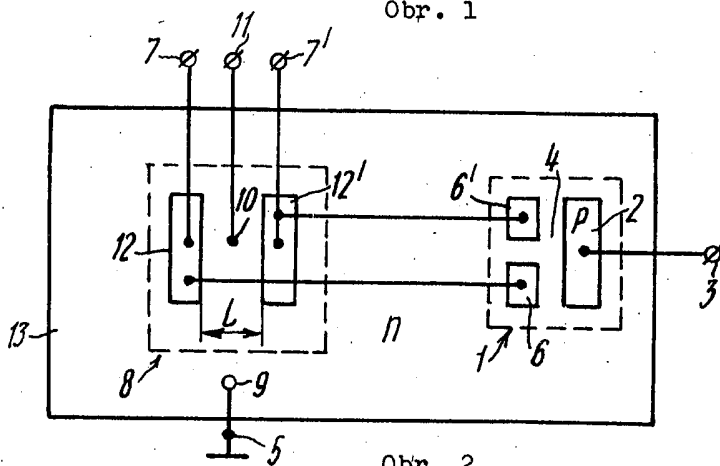
Správně: „(32) (31) (33) Právo přednosti od 06 01 77 (2441385)
od 01 11 77 (2537101)
od 11 11 77 (2537006)“

Svaz sovětských socialistických republik“

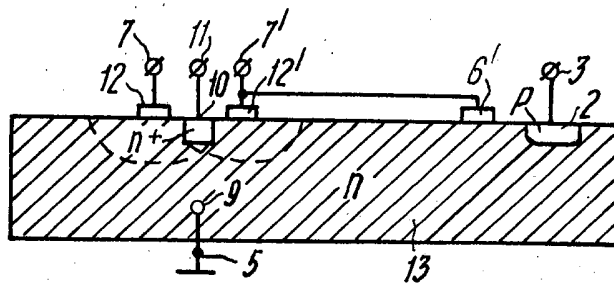
ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY



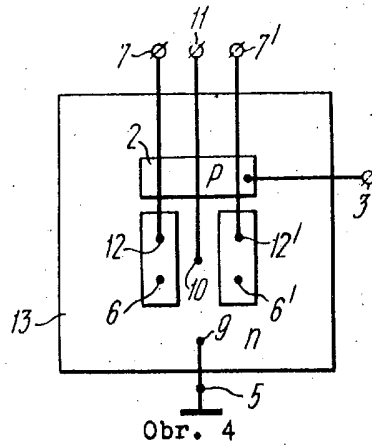
Obr. 1



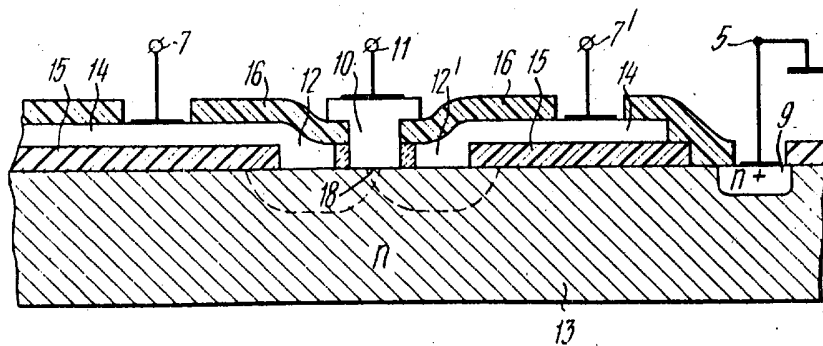
Obr. 2



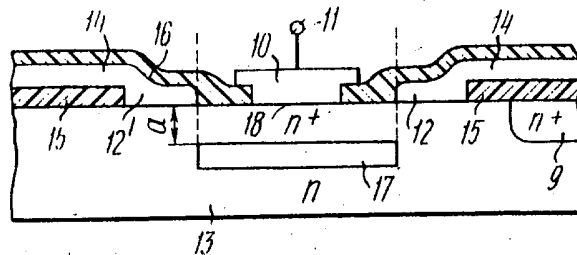
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6