



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

232 011

(11) (B1)

(51) Int. Cl. H 01 L 21/02

(61)

(23) Výstavná priorita

(22) Prihlášené 01 02 82

(21) (PV 645-82)

(40) Zverejnené 14 05 84

(45) Vydané 01 04 87

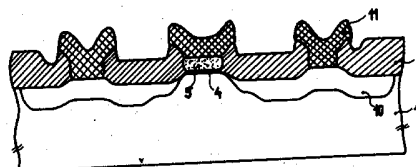
(75)

Autor vynálezu ŠATALA ZOLTÁN ing.,
HEJZLAR JOSEF ing.,
REMEŠÍK MARIAN ing.,

BELUSKÝ PETER ing.,
MIKUŠ OLIVER RNDr. CSc., PIEŠTANY

(54) Spôsob výroby krátkokanálového MOS tranzistora

Vynález sa týka výroby polovodičových prvkov, špeciálne spôsobu výroby krátkokanálového MOS tranzistora. Vynález rieši spôsob výroby krátkokanálového MOS tranzistora s hradlom z polykryštallického kremíka resp. s hradlom z polykryštallického kremíka a kovu využitím štandardnej 4 až 5 μm fotolitografie. Podstata vynálezu spočíva v izotropnom plazmochemickom leptaní polykryštallického kremíka a v následnej selektívnej termickej oxidácii štruktúry polykryštallického hradla. Vynálezu je možné využiť pri výrobe dvojhradlového MOS tranzistora pracujúceho s vysokým ziskom a malým šumom až do 1 GHz.



Vynález rieši spôsob výroby krátkokanálového MOS tranzistora s hradlom z polykryštalického kremíka - ďalej "poly-Si", resp. s hradlom kombinovaným z poly-Si a kovu.

Doposiaľ známe spôsoby výroby MOS tranzistora využívajú proces termickej oxidácie, termickej difúzie, chemickej depozície z plynnej fázy - ďalej CVD, iónovej implantácie a štandardnej fotolitografie s kontaktnými maskami. Nevýhodou týchto spôsobov je nemožnosť použitia štandardnej fotolitografie v procese výroby krátkokanálového MOS tranzistora, nakoľko táto nevykreslí reprodukovateľne rozmer pod 4 až 5 μm .

Hore uvedené nedostatky odstraňuje spôsob výroby krátkokanálového MOS tranzistora s hradlom z polykryštalického kremíka resp. s hradlom z polykryštalického kremíka a kovu, využívajúci samozákrytovú implantačnú techniku, ktorého podstatou je, že polykryštalické hradlo sa vytvára selektívnym plazmochemickým podleptaním polykryštalického kremíka voči fotorezistu a selektívnou termickou oxidáciou vytvarovanej štruktúry polykryštalického hradla. Počas termickej oxidácie je povrch polykryštalického kremíka chránený vrstvou nitridu kremíka vyleptaného konformne so štruktúrou polykryštalického kremíka. Súčasne pôsobením vysokej teploty a oxidácie do samozákrytu voči fotorezistu implantovanú prímes prednostne difundujeme po rozhraní medzi rasteným termickým oxidom a substrátom do oblasti hradla. Výsledkom celého tohto procesu je samozákrytové polykryštalické hradlo.

Výhodou spôsobu výroby krátkokanálového MOS tranzistora je použitie štandardnej fotolitografie s kontaktnými maskami, pričom je možné dosiahnuť vysokopresný reprodukovateľný rozmer dĺžky hradla, čo umožňuje znížiť parazitné kapacity tranzistora, skrátiť dĺžku kanála a tým zvýšiť pracovné frekvencie tranzistora.

Na pripojených vykresoch je znázornený charakteristický postup pri spôsobe výroby krátkokanálového MOS tranzistora s poly-Si hradlom, resp. s hradlom kombinovaným z poly-Si a kovu podľa vynálezu. Na obr. 1 je rez Si doskou s termicky narasteným hrubým oxidom, ktorý je vytvarovaný fotolitografiou podľa prvej masky a s urobenou difúziou kolektora a emitora. Na obr. 2 je rez Si-doskou po ďalších technologických operáciách ako sú : tvarovanie hrubého oxidu podľa druhej masky, narastenie hradlového oxidu, depozícia poly-Si, difúzia do poly-Si, depozícia Si_3N_4 , fotolitografické tvarovanie fotorezistu podľa tretej masky. Na obr. 3 je rez Si-doskou po ďalších technologických operáciách, ako sú : zleptanie Si_3N_4 vrstvy na fotorezistom nenamaskovaných plochách, plazmochemické leptanie poly-Si na fotorezistom nenamaskovaných plochách s jeho následným homogénnym podleptaním voči fotorezistu na požadovaný rozmer poly-Si, iónová implantácia prímеси. Na obr. 4 je rez Si-doskou po ďalších technologických operáciách, ako sú : odstránenie fotorezistu, termická oxidácia hrubého oxidu, bezmaskové zleptanie Si_3N_4 vrstvy. Na obr. 5 je rez Si-doskou po ďalších technologických operáciách ako sú : vyleptanie kontaktných otvorov podľa štvrtej masky, naparenie kovovej Al-vrstvy, vytvarovanie Al-vrstvy podľa piatej masky.

• Spôsob výroby krátkokanálového MOS tranzistora podľa vynálezu sa urobí tak, že na základnú vysokoodporovú, monokryštalickú daného typu vodivosti, Si-dosku 1 sa narastie termickou oxidáciou vrstva hrubého oxidu 2, ktorý sa fotolitograficky vytvaruje podľa prvej masky. Ďalej sa urobí termická difúzia prímеси 3 opačného typu ako má základná Si-doska 1. Stav po týchto operáciách je na obr. 1. Ďalej sa vytvaruje hrubý oxid 2 podľa druhej masky, potom termickou oxidáciou narastie vrstva hradlového oxidu 4 a CVD metódou sa naniesie vrstva poly-Si 5, ktorého vodivosť sa zvýši termickou difúziou prímеси. Ďalej nasleduje naniesenie, CVD metódou, Si_3N_4 vrstvy 6. Ďalej nasleduje naniesenie a fotolitografické vytvarovanie fotorezistu podľa tretej masky. Stav po týchto operáciách je na obr. 2. Ďalej nasleduje plazmochemické leptanie Si_3N_4 vrstvy 6 a poly-Si vrstvy 5 na fotorezistom nezakrytých plochách. Pri leptaní poly-Si vrstvy 5 sa táto podleptá voči fotorezistu 7 na požadovaný rozmer poly-Si X1. Ďalej nasleduje iónová implantácia prímеси 8 rovnakého typu vodivosti ako typ

difúzie prímеси 3. Stav po týchto operáciách je na obr. 3. Ďalej nasleduje odstránenie fotorezistu a termická, lokálna oxidácia hrubého oxidu 9 a poly-Si 5, počas ktorej dôjde k rozdifundovaniu implantovanej prímеси 8, ktorá spolu s termickou difúziou 3 vytvorí oblasť kolektora a emitora 10. V procese termickej lokálnej oxidácie hrubého oxidu 9 dochádza k značnému pnutiu, danému teplotou, medzi hrubým oxidom 9 a Si-doskou 1 v oblasti prechodu hrubého oxidu 9 do hradlového oxidu 4, a tým i tvorbe porúch v tejto oblasti, pozdĺž ktorých je difúzia implantovanej prímеси väčšia. Tento jav vedie k dosiahnutiu samozákrytu hradla MOS tranzistora. Ďalej nasleduje bezmaskové zleptanie Si_3N_4 vrstvy 6. Stav po týchto operáciách je na obr. 4. Ďalej nasleduje vyleptanie kontaktných otvorov kolektora a emitora podľa štvrtej masky, naparenie Al-vrstvy, ktorá sa vytvára podľa piatej masky, čím sa vytvorí kontakty 11. Stav po tejto operácii je na obr. 5.

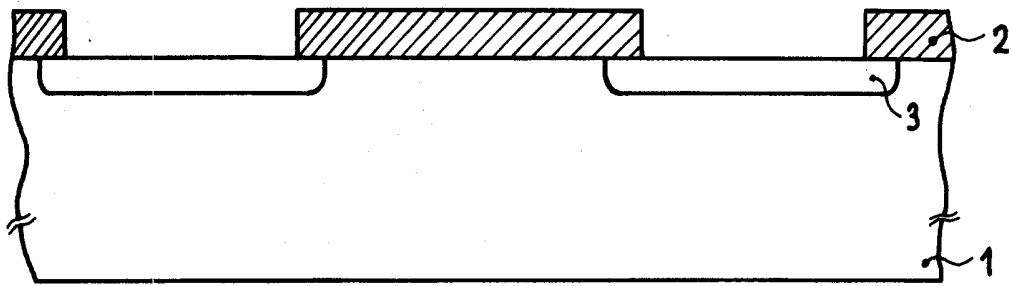
Tento spôsob výroby krátkokanálového MOS tranzistora je možné využiť v návrhu integrovaných obvodov i diskretných tranzistorov. Pri jeho použití v integrovaných obvodoch sa nešetří plocha čipu, ale umožňuje značné, avšak reprodukovateľné skrátenie kanála MOS tranzistora, čo umožňuje zvýšenie operačnej rýchlosti integrovaného obvodu. Pri jeho využití v návrhu diskretných tranzistorov môže byť zábranou nedostatočná vodivosť poly-Si hradla. Túto prekážku odstránime tým, že celé poly-Si hradlo pokryjeme vrstvou Al. Prekrytie Al voči kolektoru a emitoru je už na hrubom oxide, teda parazitné kapacity sú dostatočne malé. Ďalej Al-vrstvu môžeme tvarovať tou istou maskou ako poly-Si a Si_3N_4 vrstvou. Inou možnosťou zvýšenia vodivosti poly-Si hradla je naprášenie vrstvy ťažkotaviteľného kovu. Žíhaním takejto štruktúry vytvoríme vrstvu silicidu. Po zleptaní nezreagovaného kovu získame štruktúru pre ďalšie štandardné spracovanie.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

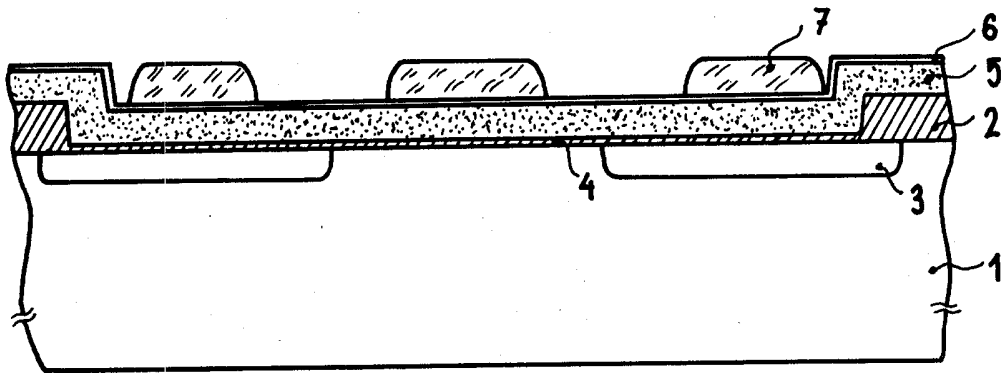
232 011

Spôsob výroby krátkokanálového MOS tranzistora s hradlom z polykryštalického kremíka, resp. s hradlom kombinovaným z polykryštalického kremíka a kovu, využívajúci samozákrytovú implantačnú techniku, vyznačený tým, že polykryštalické hradlo sa vytvára selektívnym plazmochemickým podleptaním polykryštalického kremíka voči fotorezistu a selektívnou termickou oxidáciou vytvarovanej štruktúry polykryštalického hradla, počas ktorej je povrch polykryštalického kremíka chránený vrstvou nitridu kremíka vyleptaného konformne so štruktúrou polykryštalického kremíka, pričom do samozákrytu voči fotorezistu implantovanú prímes prednostne difundujeme po rozhraní medzi rasteným termickým oxidom a substrátom do oblasti hradla, čím vytvoríme samozákrytové polykryštalické hradlo.

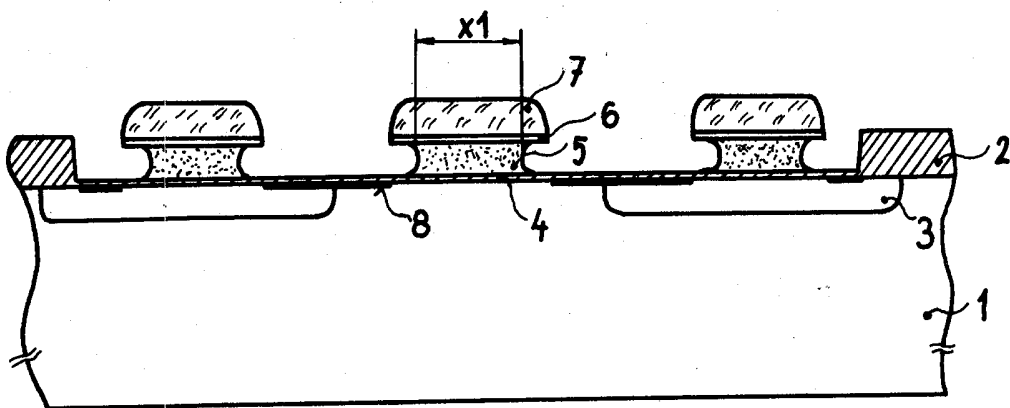
2 výkresy



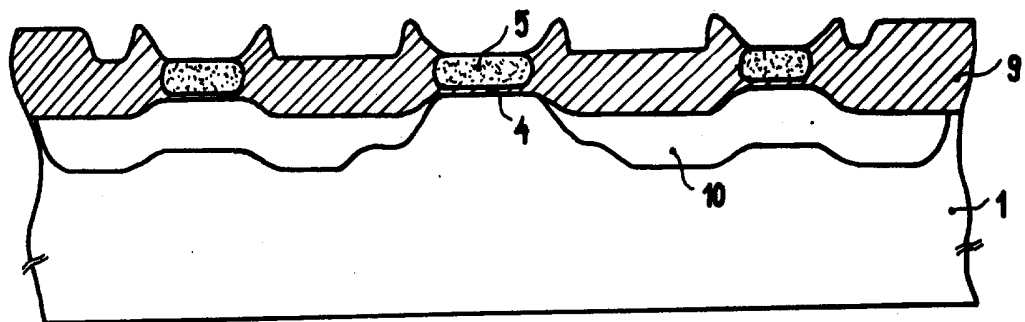
obr. 1



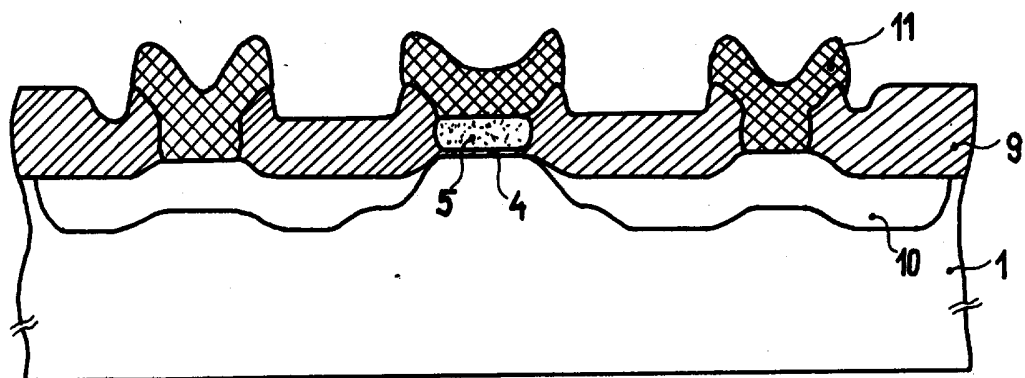
obr. 2



obr. 3



obr. 4



obr. 5