



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

236 325

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 07 11 83
(21) PV 8197-83

(51) Int. Cl.³

H 01 L 21/70

(40) Zveřejněno 17 09 84

(45) Vydáno 01 01 88

(75)

Autor vynálezu

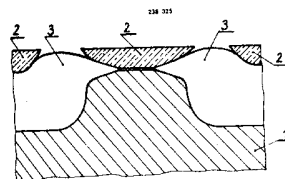
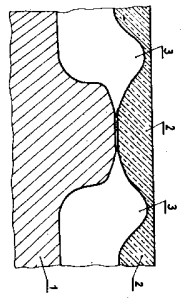
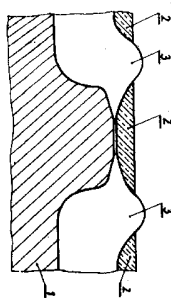
HUTAŘ OTAKAR RNDr.,

LENHARD RADOMÍR ing., ROŽNOV POD RADHOŠTĚM

(54)

Způsob planarizace povrchu integrovaných obvodů
s dielektrickou izolací

Účelem vynálezu je odstranění problémů spojených s povrchovými nerovnostmi, které se formují u hran izolovaných oblastí a současně zvýšení spolehlivosti integrovaných obvodů. Uvedeného účelu se dosáhne tím, že po nanesení pozitivního fotolaku na křemikové substráty následuje sušení laku, při kterém dojde k úplnému zalití povrchového reliéfu. Potom se vrstva fotolaku leptá plasmochemicky v zařízení s planoparalelními elektrodami ve směsi plynů tetrafluormetanu s kyslíkem CF_4 1 - 90 % O_2 nebo v čistém kyslíku, nebo v zařízení s barelovým reaktorem v kyslíkovém plasmatu tak, že je rovnoměrně odstraňován pozitivní fotolak a obnažován relief ptačích hlav. V následujícím kroku se termický oxid ptačích hlav odleptá chemicky v roztoku pufované kyseliny fluorovodíkové. Vynález lze využít při výrobě tranzistorů a bipolárních i unipolárních integrovaných obvodů.



Vynález se týká způsobu planarizace povrchu integrovaných obvodů s dielektrickou izolací.

Použití technologie s dielektrickými izolacemi prvků umožňuje významně zvýšit hustotu integrace a operační rychlost obvodů. Vytváření oxidových izolací je však provázeno formováním oxidových výrůstků u krajů izolovaných oblastí, tzv. "ptačích hlav". Jako maska pro selektivní izolační oxidaci se nejčastěji používá vrstva nitridu křemíku Si_3N_4 , vytvořená chemickou depozicí z plynné fáze za sníženého tlaku. Selektivní oxidace a nitridová maska vytvářejí pnutí podél hrany izolačního oxidu, které zvláště v případě zapuštěného izolačního oxidu může produkovat silné zhmoždění křemíku ve formě husté dislokační sítě. Toto pnutí je součtem tahového intrinzického pnutí nitridové vrstvy a tlakového pnutí zapuštěné oxidové izolace. Podmínkou pro správnou funkci integrovaných obvodů je vytvoření bezdefektní struktury, což se zabezpečuje použitím tenkých nitridových vrstev ≈ 100 nm a teploty oxidace $T \approx 1\,000^\circ\text{C}$. Tyto podmínky jsou však příčinou zvětšení velikosti ptačích hlav. Pro tloušťku nitridu křemíku $x_{\text{N}} = 100$ nm, teplotu oxidace $T = 1\,000^\circ\text{C}$ je výška ptačí hlavy $H = 0,8 + 1/\mu\text{m}$.

Povrchové nerovnosti těchto rozměrů již významně snižují přesnost fotolitografického procesu, hlavně při vytváření první a druhé úrovně metalizační sítě a kontaktů mezi první a druhou úrovní metalizace. Na ptačích hlavách se snižuje kvalita dielektrické izolace mezi první a druhou úrovní metalizace. Konečně velké povrchové nerovnosti mají tendenci snižovat spolehlivost integrovaných obvodů v důsledku horšího krytí velkých schodků metalizační sítě.

Snížení velikosti ptačích hlav se v současné době řeší několika způsoby, jejichž nevýhodou je vznik krystalografických de-

fektů u hran izolovaných oblastí v případě použití tlustých vrstev nitridu křemíku Si_3N_4 , u dalšího způsobu je to náročná příprava tenkých vrstev oxidu křemičitého SiO_2 a nitridu křemíku Si_3N_4 a nízká reprodukovatelnost reaktivního iontového leptání nitridu křemíku Si_3N_4 . V případě použití vysokofrekvenčního odprašování patří k nevýhodám časově náročný proces a několikanásobná změna rychlosti odprašování při postupném obnažování termického oxidu křemičitého SiO_2 . Obtížné určení okamžiku doleptání oxidu křemíku a opět časová náročnost postupu jsou nevýhodami způsobu planarizace s využitím vícenásobné oxidace.

Využití ^{dalšího známého} postupu planarizace naráží na problém nižší reprodukovatelnosti plasmochemického leptání oxidu křemičitého SiO_2 oproti klasickému mokrému leptání a rizika tvorby fluoruhlíkového depozitu na substrátech.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje způsob planarizace povrchu integrovaných obvodů s dielektrickou izolací podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že po nanesení pozitivního fotolaku na křemíkové substráty a po vysušení následuje v první fázi obnažení ptačích hlav leptáním vrstvy pozitivního fotolaku na křemíkových substrátech plasmochemicky v reaktoru s planparalelními elektrodami nebo v barelovém reaktoru a ve druhé fázi se leptají ptačí hlavy chemicky v roztoku pufované kyseliny fluorovodíkové.

Výhodou postupu podle vynálezu je, vytvoření planárního povrchu, čímž se odstraní problémy spojené s povrchovými nerovnostmi, které se formují u hran izolovaných oblastí. Uvedený způsob je produktivní, protože celý postup trvá asi jednu hodinu. Vhodnou volbou složení leptací směsi a režimu leptání vrstvy fotolaku je možné zajistit reprodukovatelnost uvedeného způsobu.

Postup podle vynálezu je vysvětlen na příkladu pomocí obr. 1, obr. 2 a obr. 3, kde ^{na obr. 1} je znázorněn křemíkový substrát 1, který je pokryt pozitivním fotolakem 2, jehož tloušťka je $\approx 1 \mu\text{m}$. Pro dosažení dobré adheze vrstvy pozitivního fotolaku k substrátu je povrch substrátu hydrofobizován např. v parách hexametyldisilazanu. Po nanesení vrstvy fotolaku následuje sušení při teplotě 180°C , 20 minut na vzduchu. Při tomto sušení se zalejí ptačí hlavy 3. Takto připravené substráty se leptají plasmochemicky v zařízení s planparalelními elektrodami ve směsi tetrafluormetanu s kyslíkem $\text{CF}_4 + \text{O}_2$.

Průtok CF_4 - $100 \text{ cm}^3/\text{min}$, O_2 - $10 \text{ cm}^3/\text{min}$, vysokofrekvenční výkon je 800 W , frekvence 60 kHz . Teplota substrátů je 30°C , doba leptání se volí 4 až 7 minut.

Křemíkové substráty 1 leží na uzemněné elektrodě. Leptací rychlost pozitivního fotolaku 2 je za těchto podmínek podstatně vyšší než leptací rychlost termického oxidu ptačích hlav 3 a proto dochází k jejich postupnému obnažování. V této fázi vznikne na substrátu maska fotolaku /obr. 2/ pro selektivní odleptání termického oxidu ptačích hlav 3. Leptání se ukončí při tloušťce zbytkové vrstvy fotolaku $\underline{2} \approx 0,3 \mu\text{m}$. V druhé fázi následuje krátké očištění povrchu substrátu v kyslíkovém plasmatu, jehož účelem je dosažení homogenního leptání termického oxidu ptačích hlav 3 v následném kroku v pufované kyselině fluorovodíkové. Mokré leptání ptačích hlav 3 se provede v roztoku pufované kyseliny fluorovodíkové. Leptadlo se připraví rozpuštěním 400 g fluoridu amonného NH_4F a 300 g kyselého fluoridu amonného $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$ v $1,2$ litru deionizované vody. Teplota roztoku 20°C . Doba leptání $3,5$ minut při leptací rychlosti termického oxidu $120 \text{ nm}/\text{min}$. Zbylý fotolak 2 se odstraní např. v kyslíkové plasmě. Výsledkem postupu je struktura substrátu 1 s výrazně potlačenou výškou ptačích hlav znázorněná na obr. 3.

Následující příklad uvádí postup, který spočívá v tom, že se vrstva pozitivního fotolaku 2 leptá plasmochemicky v barelovém reaktoru. Křemíkové substráty 1 se připraví stejným způsobem jako v prvním příkladě. Takto připravené substráty 1 jsou uloženy v křemenné lodičce ve vzdálenosti 10 mm od sebe. Lodička je umístěna v perforovaném hliníkovém tunelu, který odstíňuje působení vysokofrekvenčního pole. Leptání probíhá v kyslíkovém plasmatu při tlaku 100 Pa a průtoku kyslíku $20 \text{ cm}^3/\text{min}$. Vysokofrekvenční výkon 150 W , frekvence $13,5 \text{ MHz}$. Doba leptání je 7 až 12 minut. Po dosažení zbytkové tloušťky vrstvy fotolaku 2 $0,3 \mu\text{m}$ se leptání ukončí. Leptání oxidu ptačích hlav 3 se provede stejným způsobem jako v prvním příkladu. Zbylý fotolak 2 se opět odstraní např. v kyslíkové plasmě.

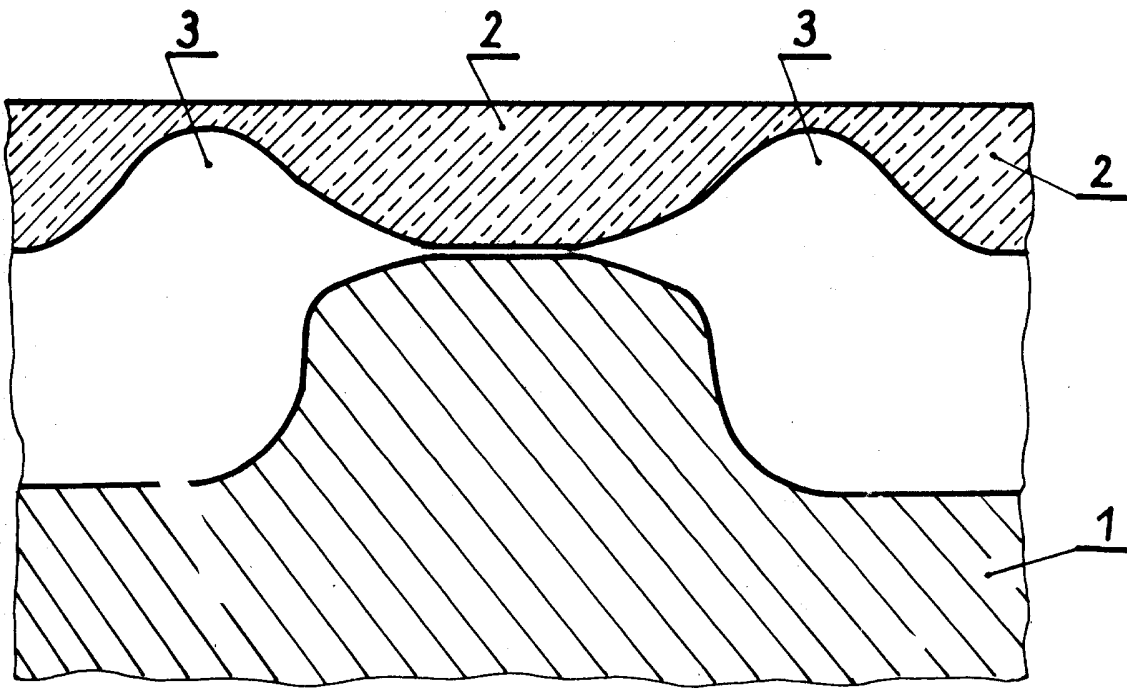
Způsob planarizace povrchu podle vynálezu lze zahrnout do postupu výroby tranzistoru a bipolárních i unipolárních integrovaných obvodů využívajících technologie se zapuštěnou dielektrickou izolací.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

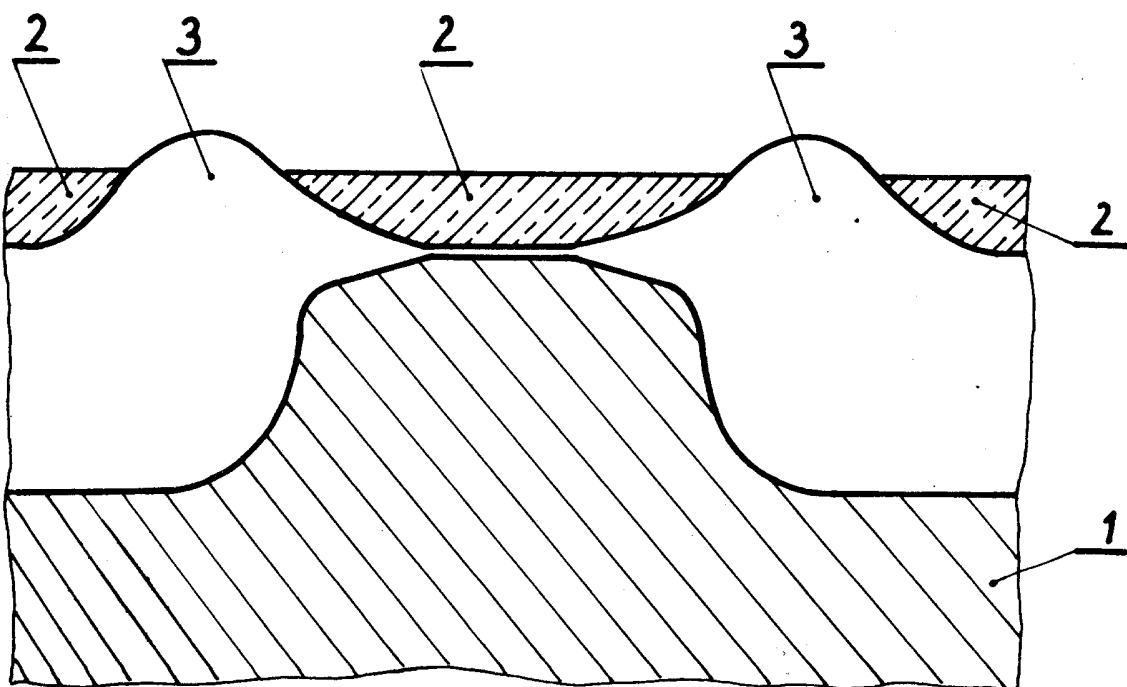
236 325

Způsob planarizace povrchu integrovaných obvodů s dielektrickou izolací, vyznačený tím, že po nanesení pozitivního fotolaku na křemíkové substráty a po vysušení následuje v první fázi obnažení ptačích hlav leptáním vrstvy pozitivního fotolaku na křemíkových substrátech plasmochemicky v reaktoru s planparalelními elektrodami nebo v barelovém reaktoru a ve druhé fázi se leptají ptačí hlavy chemicky v roztoku pufované kyseliny fluorovodíkové.

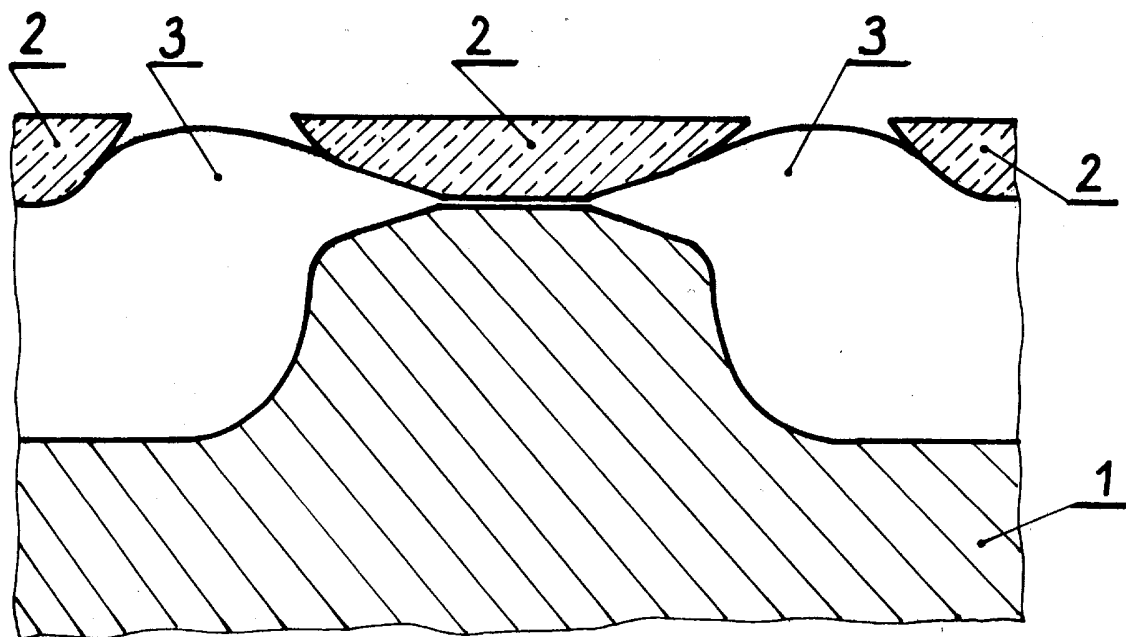
2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3