



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

212647

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 25 02 80  
(21) (PV 1256-80)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/70

(40) Zveřejněno 31 08 81

(45) Vydáno 15 09 84

(75)  
Autor vynálezu

VALÍČEK JAROMÍR ing., STRAKOŠ VLADIMÍR ing., KONEČNÝ ZDENĚK RNDr.,  
ROŽNOV pod Radhoštěm

(54) Způsob výroby integrovaných obvodů v pevné fázi s dielektrickou izolací

Vynález se týká způsobu výroby integrovaných obvodů v pevné fázi s dielektrickou izolací vytvořenou selektivním leptáním a selektivní oxidací křemíku přes masku zhotovenou ve vrstvě oxinitridu křemíku.

Vynález se týká způsobu výroby integrovaných obvodů v pevné fázi s dielektrickou izolací.

Moderní integrované obvody v pevné fázi jsou vyráběny s využitím selektivní oxidace křemíku. Vrstvy kysličníku křemičitého je u bipolárních obvodů k dielektrické izolaci v horizontálním směru, u unipolárních obvodů tvoří vrstva kysličníku křemičitého přímo tzv. "polní" oxid, zabráňující inverzi povrchu mimo aktivní prvky obvodu.

Ve standardním technologickém procesu se jako masky pro selektivní oxidaci křemíku využívá vrstvy nitridu křemíku  $\text{Si}_3\text{N}_4$  tloušťky 150 až 300 nm, ležící na tenké vrstvičce kysličníku křemičitého  $\text{SiO}_2$  tloušťky 10 až 20 nm. V této dvojvrstvě jsou pak fotolitografickou cestou a chemickým nebo plasmochemickým leptáním vytvářena okénka až k povrchu monokrystalického křemíku. Takto vytvořené masky se pak využije buď přímo k selektivní oxidaci křemíku anebo nejprve k předleptání křemíku a následující selektivní oxidaci. Předleptání křemíku slouží k zapuštění izolační vrstvy kysličníku křemičitého a k vytvoření planárního výsledného povrchu struktury. Tenká vrstvička kysličníku křemičitého mezi vrstvou nitridu křemíku a povrchem křemíku je u standardního procesu nutná pro potlačení nežádoucího pnutí, vyvolávajícího krystalografické defekty v křemíku. Mezi nevýhody standardního postupu patří:

- náročná příprava a měření velmi tenké a přesné mezivrstvy kysličníku křemičitého,
- komplikované fotolitografické zpracování dvojvrstvy nitrid křemíku - kysličník křemičitý, vyžadující leptání kvalitativně odlišných vrstev,
- problémy s přesnou definicí daného motivu masky v dvojvrstvě nitrid křemíku - kysličník křemičitý; zvláště kritické je podleptání tenké vrstvičky kysličníku křemičitého, především pak při chemickém leptání křemíku.

Uvedené nevýhody odstraňuje způsob výroby integrovaných obvodů v pevné fázi s dielektrickou izolací vytvořenou selektivní termickou oxidací nebo selektivním leptáním a selektivní termickou oxidací křemíku podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že maska je zhotovena ve vrstvě oxinitridu křemíku  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ .

Výhody tohoto postupu spočívají v tom, že:

- dvojvrstva nitrid křemíku - kysličník křemičitý je nahrazena jedinou vrstvou oxinitridu křemíku a odpadá tak náročná příprava a měření tenké vrstvičky kysličníku křemičitého,
- zjednoduší se fotolitografická příprava masky na leptání jen jediné oxinitridové vrstvy,
- při plasmochemickém leptání vrstvy oxinitridu křemíku přes masku ve fotoresistivní masce lze s výhodou přes tutéž masku ve stejném pracovním cyklu leptat i křemík,
- změnou obsahu kyslíku ve vrstvě oxinitridu křemíku lze v širokém rozmezí řídit velikost mechanického pnutí mezi vrstvou oxinitridu křemíku a křemíkem,
- možnost dosáhnout lepší definice horizontálních rozměrů morfologických detailů, stejně jako příznivější vertikální geometrie, tj. planárního povrchu.

Příklad využití vynálezu při výrobě integrovaného obvodu isoplanárního typu s dielektrickou izolací vytvořenou selektivním leptáním a selektivní termickou oxidací křemíku přes masku zhotovenou ve vrstvě oxinitridu křemíku:

Křemíková destička typu vodivosti P s autopenými, arzémem difundovanými oblastmi a křemíkovou epitaxní vrstvou typu P, je připravena standardním způsobem. Poté se křemíková destička důkladně umyje a na jejím povrchu se reakcí amoniaku  $\text{NH}_3$  a dichlorsilanem  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$  a s kysličníkem dusným  $\text{N}_2\text{O}$  vytvoří při teplotě 900 °C a tlaku 70 Pa vrstva oxinitridu křemíku o tloušťce 200 nm a indexu lomu 1,80 ( $\lambda = 632,8$  nm). Takto vytvořená vrstva oxinitridu křemíku obsahuje cca 15 % atomových kyslíků.

Standardním postupem se na křemíkovou destičku s vrstvou oxinitridu křemíku nanese vrstva fotorezistu o minimální tloušťce  $1,5\text{ }\mu\text{m}$  a vytvoří se izolační fotorezistová maska. Plasmochemickým leptáním ve směsi tetrafluormetanu  $\text{CF}_4$  a kyslíku  $\text{O}_2$  a helia  $\text{He}$  se v otevřených okénkách fotorezistové masky proleptá nejprve vrstva oxinitridu křemíku a poté, v rámci téhož pracovního cyklu, se vyleptají izolační kanálky do křemíkové epitaxní vrstvy, ležící na křemíkové destičce. Typická hloubka vyleptaných kanálků v křemíkové epitaxní vrstvě činí  $1\text{ }\mu\text{m}$ . Následuje odstranění fotorezistové vrstvy v kyslíkovém plazmatu. Pak je křemíková destička vystavena termické oxidaci ve vodní páře při teplotě  $900\text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 20 hodin, čemuž odpovídá vrstva izolačního kysličníku křemičitého o tloušťce  $1,7\text{ }\mu\text{m}$ . Při termické oxidaci se malá část vrstvy oxinitridu křemíku - asi  $20\text{ nm}$  - přemění na kysličník křemičitý. Tuto vrstvu kysličníku křemičitého je nutné odstranit v pufované kyselině fluorovodíkové. V dalším kroku je možné vrstvu oxinitridu křemíku využít pro maskování proti následujícím difúzím a implantacím, anebo ji lze úplně odleptat v horké kyselině fosforečné. Následné operace zpracování křemíkové destičky jsou shodné se standardním isoplanárním technologickým procesem.

#### PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob výroby integrovaných obvodů v pevné fázi s dielektrickou izolací, vyznačený tím, že maska pro selektivní oxidaci, anebo pro selektivní leptání a selektivní oxidaci křemíku je zhotovena ve vrstvě oxinitridu křemíku.