



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

233524

(11)

(B1)

(51) Int. Cl<sup>3</sup>

H 01 L 21/02

(22) Přihlášeno 20 01 83  
(21) (PV 410-83)

(40) Zveřejněno 13 08 84

(45) Vydáno 15 08 86

(75)  
Autor vynálezu

BENC IVO RNDr. CSc., KERHART JAROSLAV ing., KOPECKÝ JOSEF ing.,  
KRÍŽ JOSEF, LADNAR JOSEF, MACH JAROSLAV ing., URBANEC JAN RNDr. CSc.,  
WEIDNER MIROSLAV ing., PRAHA

(54) Způsob vytvoření P-N přechodu na vysokohmickém monokrystalickém křemíku

Vynález se týká polovodičové techniky.  
Účelem vynálezu je hlavně zamezení degradace vysokohmické oblasti monokrystalického křemíku při vytváření P-N přechodu.

Uvedeného účelu se dosáhne postupem, při kterém se nejprve provede oxidace monokrystalického křemíku v kyslíku, obohaceném alespoň po část doby oxidace o méně než 1 % chlorovodíku, při teplotě v oblasti 950 až 1 050 °C, dále se po vytvoření otvorů v kyslíkové vrstvě provede žíhání v argonu, při teplotě vyšší než 600 °C, dále se na difúzantem opatřeném monokrystalickém křemíku provede difúze příměsí v prostředí argonu při teplotě v oblasti 950 až 1 050 °C, a to tak, že difúze začne vložním monokrystalického křemíku do roztopené zóny a skončí při postupném chlazení zóny s maximálním gradientem chlazení 10 °C/min, a to až do teploty 600 ± 50 °C, kdy se křemík z tepelné zóny vyjme.

Vynález je možno využít při výrobě fotocitlivých křemíkových součástek.

Vynález se týká způsobu vytvoření P-N přechodu na vysokohmickém monokrystalickém křemíku o specifickém odporu větším než  $1\,000\,\Omega\,\text{cm}$ .

V současné době je způsob vytvoření přechodu P-N značně propracován a v literatuře dostatečně popsán. Tak například J. Zime: "Integrované monolitické obvody" 1973, M. Kubát: "Výkonová polovodičová technika" 1978 a další.

Dále je možno například uvést čs. AO 183 157 "Způsob zpracování polovodičové desky", nebo čs. AO 180 908 "Způsob selektivní difúze do polovodičové desky".

Při vytváření P-N přechodu na monokrystalickém křemíku se zpravidla postupuje tak, že monokrystalický křemík se nejprve opatří oxidovou vrstvou, v níž se maslováním obnaží křemíkový povrch v požadovaném geometrickém uspořádání. V takto vytvořených otvorech v oxidové vrstvě se provede difúze příměsí podle požadovaného charakteru P-N přechodu. Operace oxidace a difúze zpravidla způsobuje větší nebo menší degradaci polovodičového materiálu, podle té které technologie zhotovení P-N přechodu. S touto degradací se většinou počítá a vzhledem k požadovaným parametrům vyráběné polovodičové součástky se v příměšených mezích připouští. Jiná situace ovšem nastane při výrobě křemíkové polovodičové součástky, kde požadované parametry degradaci vysokohmické oblasti nepřipouští, jak tomu je například při výrobě křemíkové PIN fotodiody, a kde tedy běžné technologie vytváření P-N přechodu nevyhovují.

Podstata způsobu vytvoření P-N přechodu na vysokohmickém monokrystalickém křemíku spočívá v tom, že se nejprve provede oxidace povrchu monokrystalického křemíku, v prostředí kyslíku obohaceném alespoň po část doby oxidace méně než 1 % HCl, při teplotě v oblasti 950 až 1 050 °C a dále, že se po vytvoření otvorů v kyslíčkové vrstvě litografickým maslováním provede žíhání monokrystalického křemíku v argonu, při teplotě vyšší než 600 °C a dále, že se na obnaženém povrchu křemíku, v otvorech kyslíčkové vrstvy, takto vyžíhaného a po vyžíhání vrstvičkou difúzantu opatřeného monokrystalického křemíku, provede difúze příměsí v prostředí argonu, při teplotě v oblasti 950 až 1 050 °C tak, že monokrystalický křemík, vložený na počátku difúze do roztopené teplotní zóny, začne po ukončení difúze, probíhající při nastavené teplotě, chladnout s maximálním gradientem chladnutí 10 °C za minutu, a to až do teploty  $600 \pm 50\,^{\circ}\text{C}$ , kdy se nadifundovaný monokrystalický křemík z tepelné zóny vysune.

Výhodou způsobu vytvoření P-N přechodu podle tohoto vynálezu je, že při něm nedochází k degradaci vysokohmického monokrystalického křemíku a dále, že tento způsob umožňuje dosažení vysoké doby života minoritních nosičů náboje. Další výhoda spočívá ve snížení obsahu kyslíku v křemíku v blízkosti rozhraní křemík-kyslíčkový křemík. Přítomnost tohoto kyslíku totiž způsobuje u některých fotocitlivých křemíkových součástek, například u PIN fotodiód, nežádoucí neefektivní absorpci světla.

Jako příklad způsobu vytvoření P-N přechodu podle vynálezu lze uvést způsob vytvoření P-N přechodu na vysokohmickém monokrystalickém křemíku o specifickém odporu  $2\,000\,\Omega\,\text{cm}$ . Na povrchu desky tohoto monokrystalického křemíku se provede oxidace v prostředí suchého kyslíku, obohaceném o 0,03 % chlorovodíku HCl, po dobu 15 h od začátku oxidace. Oxidace probíhá při teplotě  $1\,000\,^{\circ}\text{C} \pm 2\,^{\circ}\text{C}$ , po celkovou dobu 22 h. Po takto provedené oxidaci se fotolitografickým maslováním a leptáním obnaží otvory v kyslíčkové vrstvě křemíkový povrch, a vytvoří se tak požadovaná struktura. Takto upravená deska monokrystalického křemíku se žíhá v argonu při teplotě  $650 \pm 4\,^{\circ}\text{C}$  po dobu 1 h. Po žíhání v argonu se povrch desky opatří vrstvičkou difúzantu  $\text{B}_2\text{O}_3$  a podrobí se difúzi, a to tak, že se deska vloží do teplotní zóny roztopené na teplotu  $1\,000 \pm 2\,^{\circ}\text{C}$ . Této teplotě je deska v proudícím argonu vystavena po dobu 8 h, po které začne chladnutí teplotní zóny s deskou, s maximálním gradientem chladnutí 10 °C/min. Při poklesu teploty na 590 °C se nadifundovaná deska monokrystalického křemíku z tepelné zóny vysune a po vychladnutí se podrobí dalšímu zpracování.

Vynálezu lze s výhodou použít při výrobě fotocitlivých křemíkových součástek.

#### P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob vytvoření P-N přechodu na vysokohmickém monokrystalickém křemívu, o specifickém odporu větším než  $1\,000\,\Omega\,\text{cm}$ , vyznačený tím, že operace oxidace monokrystalického křemívu probíhá v prostředí kyslíku, obohaceném alespoň po část doby oxidace o méně než 1 % chlorovodíku HCl, při teplotě v rozsahu 950 až 1 050 °C, a že po dále vytvořeném provedení otvorů ve vrstvě kysličníku křemívu, fotolitografickým masťováním a leptáním následuje žíhání takto upraveného monokrystalického křemívu v argonu, při teplotě vyšší než 600 °C, po kterém dále následuje difúze příměsí do takto vyžíhaného a po vyžíhání vrstvičkou difuzantu opatřeného monokrystalického křemívu, v prostředí argonu, při teplotě v oblasti 950 až 1 050 °C tak, že se monokrystalický křemík vloží do roztopené teplotní zóny a po ukončení difúze, při počáteční nastavené teplotě, začne monokrystalický křemík v teplotní zóně chladnout, s maximálním gradientem chladnutí 10 °C/min, a to až do teploty  $600 \pm 50\,^{\circ}\text{C}$ , kdy se nadifundovaný monokrystalický křemík z tepelné zóny vysune.