



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

220122
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 05 K 3/46

(22) Přihlášeno 07 10 81
(21) [PV 7359-81]

(40) Zveřejněno 27 08 82

(45) Vydáno 15 10 85

(75)
Autoři vynálezu: HOLOUBEK JIŘÍ ing., KONEČNÝ ZDENĚK RNDr., PROCHÁZKA ALOIS ing.
ROŽNOV pod Radhoštěm

(54) Způsob vytváření víceúrovňové propojovací sítě integrovaných obvodů

1

2

Účelem vynálezu je spolehlivé zabezpečení elektrického kontaktu mezi sousedními úrovněmi vodivých spojů oddělenými vrstvou izolačního materiálu. Jeho podstata spočívá v tom, že na povrch křemíkové desky se systémy integrovaných obvodů se nejprve nanese a vytvářejí vrstvy tvořící spodní úroveň propojovací sítě, přičemž poslední z nich je vrstva hliníku legovaná nejméně 0,5 hmotnostními % křemíku a 0 až 5 hmotnostními % mědi, dále se nanese izolační mezivrstva, ve které se vyleptají otvory v místech budoucího kontaktu mezi spodní a horní úrovní propojovací sítě a k odstranění nevodivého povlaku z povrchu spodní úrovně propojovací sítě v plochách vymezených těmito otvory se použije lázeň obsahující 0,5 až 5 % vodného roztoku fluoridu amonného NH_4F , kyselého fluoridu amonného NH_4HF_2 nebo kyseliny fluorovodíkové HF a 99,5 až 95 % kyseliny octové, načež se provede nanesení a vytváření horní úrovně propojovací sítě. Vynález je možno využít v hromadné výrobě integrovaných obvodů.

Vynález se týká způsobu vytváření víceúrovňové propojovací sítě integrovaných obvodů, při kterém je spolehlivě zabezpečen elektrický kontakt mezi sousedními úrovněmi vodivých spojů.

Některé integrované obvody s vyšším stupněm integrace vyžadují propojení jednotlivých součástek mezi sebou propojovací sítí s více úrovněmi vodivých spojů. Jednotlivé úrovně vodivých spojů jsou od sebe odděleny izolačními mezivrstvami, které jsou přerušeny, například proleptány, v místech, kde je vyžadován elektricky vodivý kontakt mezi vodiči sousedních úrovní. Zejména u integrovaných obvodů s bipolárními tranzistory je obvyklé, že základním vodivým materiálem alespoň u dvou úrovní propojovací sítě je hliník, přičemž se může jednat o čistý hliník, hliník obsahující různé příměsi, jako například měď nebo křemík, nebo několik kovových vrstev ležících na sobě, z nichž poslední je hliník. Při realizaci propojovací sítě takovýchto integrovaných obvodů je nutné zabezpečit elektrický kontakt mezi dvěma vrstvami čistého nebo legovaného hliníku v oblastech vymezených otvory vyleptanými v izolační mezivrstvě. Zabezpečení elektrického kontaktu spočívá především v odstranění nevodivého povlaku z povrchu spodní hliníkové vrstvy v místech vymezených otvory vyleptanými v izolační mezivrstvě v okamžiku před nanesením horní hliníkové vrstvy a v pozdějším tepelném zpracování výsledného systému. Nevodivý povlak na povrchu hliníku je tvořen zejména oxidem hlinitým Al_2O_3 a jeho tloušťka je ovlivněna způsobem předchozího zpracování a může být dokonce různá na vodičích spojených s různými funkčními oblastmi integrovaného obvodu v důsledku působení elektrochemických mechanismů během předchozího zpracování.

Na odstranění nevodivé vrstvy z povrchu hliníku bylo vypracováno několik metod. Známé metody však nejsou použitelné univerzálně a mají celou řadu nevýhod. Nejjednodušší je oplach ve zředěné kyselině fosforečné H_3PO_4 zahřáté na teplotu 40 až 80 °C. Při této metodě je třeba na každém zpracovávaném vzorku individuálně určovat dobu působení lázně podle viditelného náběhu leptací reakce provázené tvorbou bublinek, neboť kyselina fosforečná leptá i hliník a při delším působení lázně hrozí nebezpečí odleptání příliš velké části samotné hliníkové vrstvy. Metoda je proto vhodná pouze v laboratorních podmínkách. Nežádoucím leptání hliníku v kyselině fosforečné je možno zabránit přidáním oxidu chromového CrO_3 . Takováto lázeň leptá již pouze oxid hlinitý Al_2O_3 , avšak modifikuje povrch hliníku nežádoucím způsobem tak, že je nutný ještě krátký následný oplach v čisté kyselině fosforečné. Dalšími nevýhodami lázně jsou vysoká toxicita šestmocného chromu a s ní související problémy s likvidací odpadu a značná citlivost na přítom-

nost zbytků organických látek, například fotorezistů. Lázeň je zcela nepoužitelná pro aplikaci na vícevrstvé systémy typu $\text{PtSi} - \text{TiW} - \text{Al}$, u nichž díky změně elektrochemického potenciálu povrchu hliníku dochází k preferovanému napadání určitých oblastí v době, kdy je lázeň v jiných oblastech ještě nedostatečně účinná. Další možnou metodou je užití fluoridových leptacích lázní, tj. lázní obsahujících kyselinu fluorovodíkovou HF , fluorid amonný NH_4F , nebo kyselý fluorid amonný NH_4HF_2 . Také tyto lázně napadají samotný hliník a pracují různě rychle v oblastech s odlišným elektrochemickým potenciálem. Náhradou části vody jiným médiem, například ethylenglykolem, lze snížit agresivitu lázně vůči hliníku, současně však rostou problémy se zabezpečením meziúrovňového elektrického kontaktu.

Uvedené nevýhody odstraňuje způsob vytváření víceúrovňové propojovací sítě integrovaných obvodů podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na povrch křemíkové desky se systémy integrovaných obvodů se nejprve nanesou a vytvářejí vrstvy tvořící spodní úroveň propojovací sítě, přičemž poslední z nich je vrstva hliníku legovaná nejméně 0,5 hmotnostními % křemíku a 0 až 5 hmotnostními % mědi, dále se nanesou izolační mezivrstva, ve které se vyleptají otvory v místech budoucího kontaktu mezi spodní a horní úrovní propojovací sítě. K odstranění nevodivého povlaku z povrchu spodní úrovně propojovací sítě v plochách vymezených těmito otvory se použije lázeň obsahující 0,5 až 5 % vodného roztoku fluoridu amonného NH_4F , kyselého fluoridu amonného NH_4HF_2 nebo kyseliny fluorovodíkové HF a 99,5 až 95 % kyseliny octové, načež se provede nanesení a vytváření horní úrovně propojovací sítě.

Postup je použitelný univerzálně, a to i v případech, kdy spodní úroveň propojovací sítě je tvořena více kovovými vrstvami, například trojvrstvou $\text{PtSi} - \text{TiW} - \text{Al}$. Obsah křemíku v hliníku je nutnou podmínkou pro správnou funkci lázně z hlediska zabezpečení meziúrovňového elektrického kontaktu. Jelikož uvedená lázeň prakticky nenapadá hliník, může být doba jejího působení dostatečně dlouhá. Doba působení lázně je tedy omezená hlavně přípustným napadením izolační mezivrstvy, kterou bývá zpravidla oxid křemičitý SiO_2 a její optimum leží v rozmezí 1 až 5 minut.

Užití způsobu vytváření víceúrovňové propojovací sítě integrovaných obvodů dle vynálezu je dále objasněno na konkrétním příkladu. Jedná se o integrovaný obvod s propojovací sítí tvořenou dvěma úrovněmi vodivých spojů oddělenými izolační mezivrstvou oxidu křemičitého SiO_2 , přičemž kontakty ke křemíku jsou vytvářeny pomocí silicidu platiny PtSi . Spodní úroveň propojovací sítě doplňují dále vrstvy 150 nm

pseudoslitiny W + 10 hmotnostních % Ti, dále TiW a 600 nm Al. V daném případě je vrstva hliníku oddělena od křemíku vrstvou pseudoslitiny TiW a za normálních okolností by neobsahovala ani stopové množství křemíku. Kvůli aplikaci postupu dle vynálezu je nutno vrstvu hliníku legovat křemíkem, například simultánním odpařováním hliníku a křemíku ve vakuu tak, aby obsahovala 1 hmotnostní % křemíku. Dvojvrstva TiW — Al je dále tvarována s využitím fotolitografických postupů a výsledkem je kompletní spodní úroveň propojovací sítě. Následuje depozice izolační vrstvy oxidu křemičitého SiO₂ o tloušťce 800 nm chemickou cestou z plynné fáze a další fotolito-

grafické tvarování, které vymezuje oblasti kontaktu mezi spodní a horní úrovní propojovací sítě. Odstranění nevodivého povlaku z hliníku v těchto oblastech je provedeno v lázni dle vynálezu o složení 99 dílů kyseliny octové a 1 dílu leptací lázně pro leptání oxidu křemičitého SiO₂. Doba působení je 1 minuta při pokojové teplotě. Následuje oplach ve vodě, usušení a nanesení vrstvy hliníku o tloušťce 1,8 μm, která bude po fotolitografickém tvarování tvořit horní úroveň propojovací sítě. Závěrečnou operací je nezbytné teplotní formování meziúrovňového kontaktu. V uvedeném případě je dostatečné žhánání v atmosféře N₂ po dobu 20 minut při teplotě 390 °C.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob vytváření víceúrovňové propojovací sítě integrovaných obvodů, při kterém je zabezpečen elektrický kontakt mezi dvěma úrovněmi vodivých spojů oddělenými vrstvou izolačního materiálu, vyznačený tím, že se na povrch křemíkové desky se systémy integrovaných obvodů nejprve nanese a vytvářejí vrstvy tvořící spodní úroveň propojovací sítě, přičemž poslední z nich je vrstva hliníku legovaná nejméně 0,5 hmotnostními % křemíku a do 5 hmotnostními % mědi, dále se nanese izolační mezivrstva, ve které se vyleptají otvory v místech budoucího kontaktu mezi spodní a horní úrovní propojovací sítě a k odstranění nevodivého povlaku z povrchu spodní úrovně propojovací sítě v plochách vyme-

zených těmito otvory se použije lázeň obsahující 0,5 až 5 % vodného roztoku fluoridu amonného NH₄F, kyselého fluoridu amonného NH₄HF₂ nebo kyseliny fluorovodíkové HF a 99,5 až 95 % kyseliny octové, načež se provede nanesení a vytváření horní úrovně propojovací sítě.

2. Způsob vytváření víceúrovňové propojovací sítě integrovaných obvodů podle bodu 1, vyznačený tím, že spodní úroveň propojovací sítě integrovaného obvodu je tvořena kontakty ke křemíku ze silicidu platiny PtSi nebo silicidu paládía Pd₂Si, oddělovací vrstvou ze slitiny Ti—W a vrstvou hliníku legovaného nejméně 0,5 hmotnostními % křemíku a do 5 hmotnostních % mědi.